



F1000102771B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 102771 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 15.02.1999

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

C 25D 7/06, C 25C 1/12

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 951953

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 25.04.1995

(24) Alkupaivä - Löpdag 03.09.1993

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 25.04.1995

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan PCT/US93/08332

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

26.10.1992 US 966416 P

(73) Haltija - Innehavare

1. Asarco Incorporated, 180 Maiden Lane, New York, NY 10038, USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Sein, Carlos E. Roggero, Las Cucardas 117, Santiago de Surco, Lima, Peru, (PE)
2. Borzick, William J., 1960 East Falcon Hill, Circle, Sandy, UT 84092, USA, (US)
3. Davis, Larry A., 217 Victoria Circle, Kearney, AZ 85237, USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laitteisto kuparilangan tuottamista varten saostamalla elektrolyyttisesti kuparia kupariselle alkulankalle
Förfarande och anordning för produktion av koppartråd medelst elektrolytisk beläggning av koppar på en starttråd av koppar

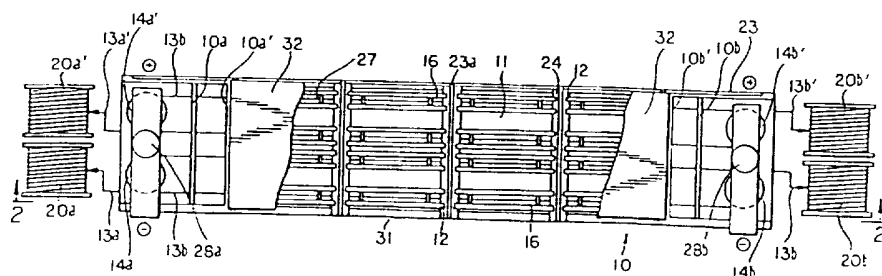
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

GB A 816814, US A 4891105 (C 25D 7/06), US A 4624751 (C 25D 7/06), US A 3869371 (C 23b 5/68),
US A 2762763 (204-28), US A 2737487 (204-206), US A 2229423

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto kuparilangan tuottamista varten kasvattamalla kuparista alkulankaa (13a, 13a', 13b ja 13b') elektrolyyttisesti. Keksinnön mukaan käytetään elektrolyyttisäiliötä (10), jonka ulkopuolella on akselipari tai akselipareja (14a, 14a', 14b, 14b'), joille akseliparikohtaisesti vietään vähintään yksi alkulanka, mutta yleensä vähintään kaksi alkulankaa (13a, 13a', 13b ja 13b') lankojen kuljettamiseksi säiliön läpi. Useita säiliöitä, esimerkiksi 10 - 1 000 tai enemmän, voidaan käyttää samassa laitoksessa elektrolyyttisiä puhdistus- tai rikastusprosesseja varten riippuen halutusta tuotettavasta kuparilankamäärästä.

Denna uppfinning avser förfarande och anläggning för produktion av koppartråd med delst elektrolytisk tillväxt i en starttråd (13a, 13a', 13b och 13b'). Enligt uppfinningen används en elektrolytbehållare (10), på vars utsida finns ett par axlar eller axelpar (14a, 14a', 14b, 14b'), till vilka axelparvis åtminstone en starttråd, men i allmänhet minst två starttrådar (13a, 13a', 13b och 13b') förs för transport genom behållaren. Ett flertal behållare, t.ex. 10 - 1 000 eller flera, kan användas i samma anläggning för elektrolytiska raffinerings- eller anrikningsprocesser beroende på önskad producerad koppartrådmängd.



Menetelmä ja laitteisto kuparilangan tuottamista varten saostamalla elektrolyyttisesti kuparia kupariselle alkulangalle

Tämä keksintö liittyy jatkuvaan kaupalliseen prosessiin lankojen ai-
5 kaansaamista varten, erityisesti menetelmään ja laitteistoon metallien, varsin-
kin kuparin, elektrolyyttistä puhdistusta tai elektrolyyttistä rikastamista varten
saostamalla prosessin aikana metalli galvaanisesti metalliselle alkujohtimelle.

Tarkemmin sanottuna on keksinnön kohteena patenttivaatimuksen
1 johdanto-osan mukainen menetelmä kuparilangan tuottamista varten saos-
10 tamalla elektrolyyttisesti kupariselle alkulangalle. Keksinnön kohteena on
myös patenttivaatimuksen 6 johdanto-osan mukainen laitteisto.

Teollisuudessa laajasti käytetty tavanomainen kuparilankojen val-
mistusmenetelmä lähtee puhtaista, yleisesti "katodeiksi" nimitetyistä neliön-
muotoisista kuparilevyistä, joiden sivun pituus on noin 1 000 mm (3,3 jalkaa) ja
15 paksuus noin 15 mm (5/8 tuumaa). Katodit muodostetaan elektrolyyttistä puh-
distusta tai elektrolyyttistä rikastamista käyttäen saostamalla puhdas kupari
galvaanisesti ohuille alkulaatoille, jotka ovat puhdistettua kuparia tai muuta
metallia kuten ruostumatonta terästä, jolta saostettu kupari poistetaan. Nämä
alkulaatat, jotka nekin ovat neliömäiset, neliön sivun pituuden ollessa noin
20 1 000 mm, mutta niiden paksuuden ollessa vain noin 1 mm (0,04 tuumaa), on
tietyin välein vaihdettava elektrolyttisäiliöihin poistettaessa saostetut puh-
distettua kuparia olevat katodilevyt valmiina tuotteina, molempien toimenpitei-
den vaatiessa käsityötä. Lisäksi elektrolyysi toteutetaan yleensä pienellä vir-
rantiheydellä, joka määritellään säiliöihin syötettynä virtana jaettuna kaikkien
25 upotettujen katodialkulaattojen kokonaispinta-alalla (katodin virrantiheys), tai
joka ilmaistaan puhdistettavien raakakuparianodien tai neutraalielektrodien
märkänä pintana elektrolyttisessä rikastamisessa (anodin virrantiheys). Pie-
net virrantiheydet ovat yleensä tehottomat, koska saostunut kuparimäärä on
suoraan verrannollinen käytettyyn virran suuruuteen. Siitä huolimatta tekni-
30 kan tasolla ei yleensä käytetä suurempia virrantiheyksiä tuottavuuden paran-
tamiseksi ja kupariyksikön tuotantokustannusten alentamiseksi, koska täten
tavanomaisissa säiliöissä pinnoitteena saadun metallin laatu olisi huonontunut
ja/tai tuotteen tuloksena oleva karheus olisi ei-haluttu.

Lankojen valmistamista varten katodit on seuraavaksi sulatettava,
35 valettava ja kuumavalssattava erillisillä ja monimutkaisilla välineillä normaalisti
halkaisijaltaan 7,94 mm (5/16 tuumaa) olevien valssilangan tuottamista varten.

Sen jälkeen tästä valssilangasta valmistetaan lankaa, esimerkiksi sähköjohdinta. Tämän prosessin ensimmäisenä vaiheena on valssilangan ohentaminen vetämällä kylmänä, niin että halkaisijaksi tulee noin AWG #14 (1,628 mm). Valssilangan ohentamisen jälkeinen välituote vedetään edelleen kylmänä lo-
5 pullisen tuotteen paksuiseksi. Kylmänä vetämisen prosessin aikana lanka on jaksoittaisesti hehkutettava.

Täten tavanomainen kuparilangan tuotantomenetelmä, joka alkaa elektrolyyttisellä puhdistuksella tai elektrolyyttisellä rikastamisella, kuluttaa paljon energiaa ja merkitsee suuria työ- ja pääomakustannuksia. Sulatus-,
10 valu- ja kuumavalssaustoiminnot altistavat lisäksi tuotteen lisähapettumiselle ja vieraiden aineiden kuten vaikeasti sulavien aineiden ja rulla-aineiden aiheuttamille mahdollisille saastumisille, jotka myöhemmin voivat tuottaa vetovaiheeseen ongelmia, jotka yleensä esiintyvät langan katkeamisina vetämisen aikana.

15 Tekniikan tasolla lankojen ja valssilankojen tavanomaisiin tuotantomenetelmiin liittyvät ongelmat on yritetty ratkaista käyttämällä jatkuvia elektrolyyttisiä prosesseja, joissa puhdasta kuparia olevaa alkulankaa kasvatetaan viemällä se katodina elektrolyyttiä sisältävän säiliön läpi ja käyttämällä epäpuhdasta kuparia tai lyijyä anodina. Tällä alueella on vuosien saatossa jul-
20 kaistu paljon patentteja, mutta kaupallisesti ja taloudellisesti soveltuvien tehokkaampien elektrolyyttisten langanvalmistusprosessien ja -laitteiden tarve on olemassa.

US-patenttijulkaisussa 1 058 048 selostetaan kuparin elektrolyyttinen saostaminen langalle kuljettamalla lanka elektrolyttisäiliössä päättymät-
25 tömien etenevien silmukoiden jatkuvana sarjana. US-patenttijulkaisussa 4 097 354 on esitetty metallin jatkuva elektrolyyttinen pinnoitus käyttäen liikkuvia levyjen tai laattojen muotoisia katodeja ja anodeja. GB-patenttijulkaisu 1 172 906 sisältää kuparilangan tuottamisen käyttäen elektrolyyttistä saostusta jatkuvana prosessina, jossa jatkuvasti muodostetaan pitkänomaista kappaletta elektrolyyttisellä saostuksella liikkuvalla katodipinnalle, kuorimalla kappale
30 katodin pinnasta ja kuljettamalla se anodien viereisen elektrolyytin läpi paksuuden kasvattamiseksi. GB-patenttijulkaisussa 1 398 742 on esitetty kuparin saostaminen langalle jatkuvana prosessina, jossa lanka ohjataan katodina nesteeseen läpi useiden rullien määräämää sopivaa rataa ja jossa lanka kuljete-
35 taan puhdistusvälineiden läpi sen poistuttua nesteestä. US-patenttijulkaisu 4 196 059 sisältää laitteiston ja menetelmän erillisten ohuiden kuparilankojen

jatkuvaa syöttämistä varten katodisena alku- tai peruspintana säiliön yhtenä läpäisynä epäpuhtaiden anodikuparilohkojen puhdistamista varten, kasvattaen täten mainittuja lankoja elektrolyyttisen saostuksen avulla suuren halkaisijan (noin 20 mm) langaksi. On esitetty, että prosessia voidaan käyttää suurilla virrantiheyksillä puhdistetun langan saastumatta anodilietejäännöksissä normaalisti esiintyvistä epäpuhtauksista.

US-patenttijulkaisu 4 395 320 sisältää lisäksi elektrolyyttistä pinnoitusta langan kasvattamiseksi käyttävän laitteiston, joka muodostuu peräkkäisistä elektrolyyttikylvyistä, joiden väleissä on kasvatettavaan lankaan puristuvat rullat prosessissa käytettyjen suurten virrantiheuksien aiheuttaman langan rosoisen pinnan tasoittamista varten.

US-patenttijulkaisu 3 676 322 sisältää laitteiston ja menetelmän elektrolyyttisesti pinnoitetun langan jatkuvaa tuottamista varten käsittäen yksittäisen langan toistuvan kuljettamisen elektrolyyttiin ja siitä pois, elektrolyytin sijaitessa ulkoisten ohjausrullien väleihin sijoitetuissa säiliöissä. Rullat ohjaavat jatkuvasti lankaa säiliöiden läpi vaihteittain edestakaisin ohjausrullien välissä, langan toimiessa katodina ja kylpyjen sisältäessä anodit elektrolyyttistä pinnoitusta varten.

US-patenttijulkaisu 4 891 105 esittää laitteiston ja menetelmän yksittäisen kuparilangan kasvattamista varten kuljettamalla lanka useita kertoja sähköä johtavien ulkoisten moottorikäyttöisten akseleiden ympäri vähintään yhden lankaverhoparin muodostamiseksi säiliöön. Lanka kulkee useita kertoja vastakkaisiin suuntiin useiden pituussuuntaisten väylien läpi kasvatusprosessin aikana.

US-patenttijulkaisussa 3 929 610 on esitetty päättymättömien metallisten säikeiden sähköinen muodostus käyttäen metallin jatkuvaa saostusta johtavalle liuskalle, jossa on kapea suljetun silmukan muodostava pinnoitus-pinta.

US-patenttijulkaisu 4 053 377 ei sisällä langan tuottamista, mutta se kiinnostaa sen vuoksi että se esittää kuparin elektrolyyttisen saostuksen katodille pyörteettömässä elektrolyyttivirtauksessa, joka aikaansaadaan Venturin putkella ja yksittäisellä katodi-anodiparilla.

Täten kaikki yllä mainitut patenttijulkaisut sisällytetään viitteinä tähän hakemukseen.

Vaikka tekniikan tasolla on aikaansaatu monta tekniikan parannusta, on olemassa kuparilankojen parannettujen kaupallisten tuotantomene-

telmien tarve ja tämän keksinnön tarkoituksena on tarjota laitteisto ja prosesseja suurten lankamäärien tehollista ja tehokasta elektrolyyttistä kasvattamista varten.

Keksinnön muita tarkoituksia ja etuja ilmenee selvästi seuraavasta selostuksesta, joka käytännöllisyyden vuoksi käsittelee kuparilangan kasvatamista kuparilla.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on sanottu itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaisen menetelmän suositeltavat suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimuksen 2 - 5 kohteena. Keksinnön mukaiselle laitteistolle on vastaavasti tunnusomaista se, mitä on sanottu itsenäisen patenttivaatimuksen 6 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaisen laitteiston suositeltavat suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten 7 - 10 kohteena.

On havaittu että alkumateriaalia kuten lankaa voidaan tehollisesti ja tehokkaasti kasvattaa elektrolyyttisesti käyttämällä laitteistoa, jossa lanka kuljetetaan vaakasuoraan laitteiston läpi pystysuorina verhoina ja joka sisältää useita parannuksia tekniikan tasoon nähden. Eräässä suoritusmuodossa käytetään vähintään yhtä säiliön vastakkaisissa päissä sijaitsevaa ulkoisten vetoakseleiden joukkoa tai paria, joiden kautta vähintään kaksi lankaa kuljetetaan toistuvasti edestakaisin elektrolyyttiseen pinnoitussäiliöön ja siitä pois käyttäen haluttua nopeutta ja/tai virrantiheyttä ja/tai läpäisykertojen määrää kunnes haluttua paksuutta olevat langat on aikaansaatu. Toisessa suoritusmuodossa käytetään useita ulkoisten vetoakseleiden joukkoa, joiden kautta kulkee yksi alkulanka tai useita alkulankoja kasvattamista varten. Sekä yksittäisten että moninkertaisten akseleiden suoritusmuodoissa voidaan käyttää toisiaan lähestyviä rullia langan kulun muuttamiseksi ja lankaverhojen saattamiseksi lähemmäksi toisiaan vaakasuunnassa. Toisessa suoritusmuodossa käytetään lankaa ohjaavia rullia yhdistettyinä erityisellä tavalla, esimerkiksi porrastetusti tai vuorottelevin etäisyyksin säiliöstä, sijoitettuihin ulkoisten vetoakseleiden joukkoon, tällaisten suoritusmuotojen minimoidessa säiliön tarvittavan koon tietyn lankamäärän käsittelemiseksi.

Kuviossa 1 on esitetty erään suoritusmuodon yläkuva kuparilangan elektrolyyttistä pinnoitusta varten ja kasvatetun langan tuottamista varten tämän keksinnön periaatteiden mukaisesti;

kuviossa 2 on esitetty mainitun laitteiston kuvion 1 leikkauksen 2-2 mukainen sivusuuntainen poikkileikkauskuva;

kuviossa 3 on esitetty keksinnön erään toisen suoritusmuodon yläkuva;

kuviossa 4 on esitetty keksinnön erään suoritusmuodon yläkuva, jossa näkyvät ainoastaan lankaa ohjaavat rullat ja moninkertaiset ulkoiset vuoroetäisyyksin säiliöstä sijoitetut vetoakselit; ja

kuviossa 5 on esitetty keksinnön erään suoritusmuodon yläkuva, jossa näkyvät moninkertaiset ulkoiset vetoakselit, jotka käyttävät ohjausrullia ja porrastetusti säiliön akseliin nähden sijaitsevia vetoakseleita.

Tämä keksintö liittyy menetelmään ja laitteistoon kasvatetun langan jatkuvaa tuottamista varten käyttäen metallin elektrolyyttistä saostusta katodina toimivalle alkulangalle ja epäpuhdasta metallia tai neutraalia ainetta kuten lyijyä anodina, selostuksen käytännöllisyyden vuoksi koskiessa kuparimetallia ja kuparista alkulankaa.

Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty tämän keksinnön erään suoritusmuodon leikkauskuvat ylhäältä ja sivulta. Tässä selostuksessa viitataan järjestyksessä kaikkiin kuvioihin. Kuvioissa esitetyt suoritusmuodot ovat luonteeltaan vain esimerkinomaiset, mutta piirustukset ja niihin liittyvä selostus kuvaavat tämän keksinnön periaatteita. Samat numeroviitteet liittyvät kaikissa kuvioissa vastaaviin kohtiin.

Sopivasta aineesta kuten PVC:stä, suuren tiheyden polyetyleenistä, kuituvahvisteisesta polyesteristä tai muista synteettisistä aineista tai polymeeribetonista valmistettu säiliö 10, jossa on päätyseinät 10a ja 10b sekä sisäseinät 10a' ja 10b' sisältää (elektrolyytin) elektrolyyttikylvyn 11. Polymeeribetoni on suositeltava valmistusaine. Anodit 12 (esitetty neljän ryhminä) on kuvion 1 mukaan järjestetty riveihin, jotka muodostavat jatkuvat samansuuntaiset kanavat tai väylät 16 langan 13 kulkemista varten (esitetty neljänä (4) erillisenä lankana 13a, 13a', 13b ja 13b') säiliön läpi. Anodit 12 voivat olla vaihtelevaa korkeutta lankojen 13 mahdollisten roikkumien kompensoimista varten. Anodeilla 12 sijaitsevia eristeainetta olevia erotusvälineitä 27, esimerkiksi liuskoja jotka usein ovat jopa tuuman (2,54 cm) paksuiset riippuen väylän 16 koosta, voidaan käyttää sellaisten oikosulkujen minimoimiseksi, jotka aiheutuvat langan 13 kosketuksista anodeihin 12. Liuskat voidaan sijoittaa anodeille mihin tahansa käytännölliseen muotoon, usein pystysuoraan tai lankaverhon ylä- ja alapuolelle, anodien pitämiseksi erillään langasta. Liuskat 27 on esitetty kuvioissa 1 ja 2. Kuten tekniikan tasolla tunnetaan, voidaan myös käyttää anodikoireja. Langan 13 ja anodien 12 välissä voidaan käyttää kalvoja lietteen ja/tai

kaasujen aiheuttamien langan saastumisten minimoimiseksi. Anodien syöttö-
tanko 23 ja yhdystangot 23a syöttävät sähköä anodeihin 12 ja ovat suositelta-
vasti poistettavissa anoditukien 24 kanssa langan 13 poistamisen mahdollis-
tamiseksi säiliön puhdistusta varten, langan korjausta varten, jne. Kuviossa 1
5 on esitetty yksi elektrolysoimiskenno ja käytettäessä useita kennoja voidaan
sähköisesti rinnankytkä kennoryhmiä tai kennojoukkoja yksittäisen kennon
tai sen lisälaitteiden korjaamisen mahdollistamiseksi. Puhdasta kuparia olevat
langat 13a, 13a', 13b ja 13b' viedään useita kertoja säiliön 10 läpi ja sähköä
johtavien akseleiden 14 ympäri (esitetty kahtena (2) akselijoukkona 14a ja
10 14a' sekä 14b ja 14b') siten että langat muodostavat neljä lankaverhoa 25.
Kuten on esitetty kuvioissa 1 ja 2 erilliset langat 13a ja 13b on sijoitettu pys-
tysuunnassa akseliparille 14a ja 14b ja erilliset langat 13a' ja 13b' on sijoitettu
pystysuunnassa akseliparille 14a' ja 14b'. Moottorit 28 (esitetty moottoreina
28a ja 28b) voivat yksilöllisesti toimia sähköisesti johtavien akseleiden käyt-
15 töinä. Akselit voivat olla uurretut muun muassa langan ja akseleiden poistami-
sen helpottamiseksi säiliöstä yhtenäisenä yksikkönä lankakatkojen korjaa-
mista varten, prosessin käynnistämistä varten, jne. Lähtökohtana toimivat ku-
parilangat 13a, 13a', 13b ja 13b' toimivat katodeina ja syötetään pyöriville ak-
seleille syöttökeloilta tai -rullilta 17 (esitetty keloina 17a ja 17 b, kelojen 17a' ja
20 17b' ollessa näkymättömiä), lankojen suositeltavasti ollessa kierrettyjä kelojen
sydämien päälle aksiaalisen kierron estämiseksi, jolloin ne täten kulkevat
tankkiin ja siitä ulos useita kertoja seinien 10a, 10a', 10b ja 10b' läpi. Kuvioi-
den 1 ja 2 mukainen kaksinkertaisella seinällä varustettu säiliö mahdollistaa
sen, että seinien 10a' ja 10b' läpi vuotava elektrolyytti jää seinien välitilaan ja
25 voidaan kierrättää, esimerkiksi säiliöön 10 putkien 18 kautta. Liete ja/tai elekt-
rolyytti voidaan poistaa putken 19 kautta ja venttiilit 22 ohjaavat elektrolyytin
11 tai lietteen virtauksen jälleen käyttö ja/tai puhdistusosaan tai kierrättää sen
säiliöön 10. Kuviossa on esitetty kaltevapohjainen säiliö, joka helpottaa liet-
teen keräämistä ja poistamista. Elektrolyyttisellä kasvattamisella aikaansaadut
30 langat johdetaan akseleilta 14 (esitetty akseleina 14a, 14a', 14b ja 14b') ja
kelataan käämeiksi tai rulliksi vastaanottokeloille 20 (esitetty keloina 20a,
20a', 20b ja 20b'), joiden käyttöinä voivat toimia samat moottorit, jotka pyörit-
tävät säiliön kummassakin päässä olevia akseleita.

Säiliön seinissä 10a ja 10b sekä 10a' ja 10b' on aukot 15, jotka voi-
35 vat olla mielivaltaisen muotoiset ja kokoiset, kunhan lanka voi kulkea niiden
läpi. Yleensä myös aukot 15 ovat ympyränmuotoiset poikkileikkaukseltaan

ympyränmuotoista lankaa varten ja tarpeeksi isot jotta lanka pystyy kulkemaan niiden läpi ilman turhaa kitkaa. Tiettyjä sovelluksia varten on kuitenkin toivottavaa lisätä elektrolyytin kiertoa säiliössä, esimerkiksi diffuusiokerrosten raja-alueiden minimoimiseksi ja täten virrantiheysvaikutusten estämiseksi, ja tällöin
5 seinien 10a' ja 10b' aukkojen 15 koot on mitoitettu elektrolyytin virtausta varten niiden läpi määrätyllä nopeudella. Aukkojen 15 koot voivat esimerkiksi kasvaa säiliön 10 pohjasta ylöspäin tasaisen virtauskuvion tuottamiseksi säiliöön. Langan ja elektrolyytin kosketusaluetta voidaan lisäksi sekoittaa esimerkiksi lankaverhojen resonanssivärähtelyjen avulla. Erillisten aukkojen sijasta
10 voidaan myös käyttää rakoa seinissä 10a' ja 10b', jolloin raon leveys voi kasvaa tankin yläosan suuntaan tasaisen elektrolyyttivirtauksen aikaansaamiseksi. Suoritusmuodoissa, joista lanka ja ulkoiset vetoakselit voidaan poistaa yhtenäisenä yksikkönä kuten edellä selostettiin, seinissä 10a, 10a', 10b ja 10b' on raot poistamisen mahdollistamiseksi säiliöstä.

15 Keksinnön eräänä toisena ominaisuutena on elektrolyyttisen saostuksen estäminen langalle 13 kunnes lanka on puhdistettu tehokkaasti, esimerkiksi elektrolyytin avulla eli kunnes lanka on kulkenut kerran tai useammin säiliön läpi. Tämä voidaan aikaansaada esimerkiksi viemällä jokainen lanka 13 säiliöön 10 säiliössä sijaitsevan eristeainetta olevan käytävän (putken) läpi
20 tai kuljettamalla lanka tehollisen anodipinnan ylä- tai alapuolella.

Syöpyneiden (loppuun kuluneiden) anodien korvaamiseen tarkoitettua nostolaitetta ei ole esitetty kuvioissa. Mitä tulee anodien korvaamiseen, suositellaan katodina toimivien lankaverhojen 25 suojaamista peittämällä ne korvaamistoimenpiteiden ajaksi esimerkiksi sijoittamalla lankaverhojen päälle
25 ylösalaisen U:n muotoiset ei-johtavat suojat.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön suoritusmuoto, jossa kasvatettavat langat kulkevat lisäohjauksrullien 30 kautta, jotka toimivat langan jännitysten tasaajina ja muuttavat lankojen kulkusuuntaa ja täten lankojen 13 välejä säiliössä 10 suhteessa anodeihin 12 ja säiliön sivuseiniin 31. Useissa prosesseissa pieni anodien ja langan välinen etäisyys on toivottava, esimerkiksi kasvatetun kupariyksikön tuottamiseen tarvittavan sähköenergian pienentämiseksi minimoimalla kylvyn kautta toteutuva jännitteen putoaminen. Ohjauksrullat 30
30 voivat olla liikuteltavissa tai vaihdettavissa erikokoisiksi anodien ja katodin välisen etäisyyksien säätöä varten. Välejä voi myös säätää sijoittamalla anodit
35 anodituen 24 päälle. Eräässä suoritusmuodossa voidaan käyttää anodien 26 muodostamia kaksoisriviä (kuten on esitetty kuviossa 3) väylien 16 muodos-

tamiseksi, sijoitettaessa jokainen rivi sivusuunnassa lankaverhoon nähden siten, että aikaansaadaan maksimaalinen virran tehokkuus. Anodeja voidaan myös siirtää prosessin aikana halutun anodi-katodietäisyyden säilyttämiseksi. Tämä säädettävä anodi-katodietäisyys vaikuttaa lisäksi siten, että se minimoi
5 resistiivisen lämmöntuoton, joka aiheuttaa elektrolyytin lämpötilan nousun.

Käytetyn virrantiheyden ja/tai sähköisen vastuksen ollessa suhteellisen alhaiset/alhainen, elektrolyytti jäähtyy kuitenkin normaalista lämpötilastaan 50 - 60 °C johtuen lämmön johtumisesta ympäröivään ilmaan. Eräässä suoritusmuodossa käytetään lämpösuoja 32 kuten (osittain) on esitetty kuviossa 1 ja kuviossa 2 (koko suoja) säiliön yläosan peittämiseksi käytön aikana, ja käytettäessä lämpösuoja kuparin elektrolyyttisen rikastamisen yhteydessä, suojat voivat lisäksi olla puolikiinteät häiritsevän happosumun leviämisen estämiseksi, happosumun johtuessa hapen vapautumisesta anodien kohdalla.

Kuviossa 2 on lisäksi esitetty sellainen pystytuki 29, joka yleensä sijaitsee jokaisessa väylässä tankin keskellä, joka on valmistettu PVC:stä tai
15 muusta sopivasta materiaalista, jossa on aukot joiden läpi lanka pujotetaan ja joka toimii lankaverhojen sijaintia vakauttavasti.

Eräässä toisessa suoritusmuodossa voidaan käyttää ohjausrullia 30 yhdistettyinä ulkoisten akseleiden 14 sijoittamiseen vuoroetäisyyksin säiliöstä ja anodien 12 väleihin kasvatettavan langan tuottamiseen tarvittavan säiliön koon minimoinnin mahdollistamista varten. Kuviossa 4 on esitetty tällainen rakenne, jossa käytetään lisäakselia 14a" ja lisälankaa 13a" (huomaa että jokaiseen akseliin liittyy vain yksi lanka), ja siitä on huomattavissa että lankojen kasvattamiseen tarvittavan säiliön koko voi olla pienempi kuin muissa
20 rakenteissa, joissa ei käytetä ohjausrullia 30 eikä erityisellä tavalla, erityisesti vuoroetäisyyksin säiliöstä, sijoitettuja ulkoisia akseleita 14, koska langat on vaakasuunnassa tiivistetty lähemmäksi toisiaan.

Keksinnön tämän tarkastelun mukaan on edullista maksimoida elektrolyysille alttiina oleva katodipinta säiliön tietyssä osassa kaupallisen
30 asennuksen pääomakulujen pienentämiseksi ja järjestelmän tehokkuuden optimoimiseksi. Tässä suhteessa on taloudellisesti edullista optimoida lankaverhon lankojen pystysuunnan välit ja jokaisen lankaverhon ja viereisen anodin väli. Tämän selostuksen alussa määritellyn tietyn virrantiheyden tapauksessa edellä mainitut rakenteet johtavat alkulangalle saostetun kuparin parhaaseen
35 laatuun ja järjestelmän taloudellisimpaan toimintaan. Toisin ilmaistuna, keksinnön tärkeänä tarkoituksena on muodostaa järjestelmä, jossa katodin virran-

tiheyden suhde anodin virrantiheyteen, joka tyypillisesti on suurempi kuin 1, minimoidaan ja saadaan tyypillisesti pienemmäksi kuin 15, mieluiten alueelle 1 - 10. Esimerkiksi järjestelmä, jossa käytetään katodin virrantiheyttä 120 A/neliöjalka ja anodin virrantiheyttä 18 A/neliöjalka, on osoittautunut käytännölliseksi ja sopivaksi.

Kuviossa 5 on esitetty keksinnön vaihtoehtoinen suoritusmuoto, jossa tietyssä säiliössä sijaitsevien lankaverhojen määrä on maksimoitu. Ulkoiset akselit 14 (14a ja 14a') sijaitsevat eri etäisyyksillä säiliön päädyistä. Lankojen 13a ja 13a' ohjaamiseen on sijoitettu ohjausrullat 30 (on huomattava että jokaiseen akseliin liittyy vain yksi lanka) yhdensuuntaisina ja lähelle toisiaan.

Vaikka säiliön 10 koko, langat 13, akselijoukot 14 ja anodien määrä voivat vaihdella laajasti, on odotettavissa että useimmat käyttäjät käyttävät alle 4 mm:n halkaisijan alkulankoja, yleensä 1 - 2 mm:n halkaisijan lankoja, ja tuottavat alle 6 mm:n halkaisijan valmiita lankoja, yleensä 2 - 4 mm:n halkaisijan lankoja. Suositeltava langan kasvatusmäärä on noin 150 %:iin asti laskettuna suhteessa alkulangan painoon. Yleensä lankaa kasvatetaan noin 25 - 200 % tai enemmän, esimerkiksi 100 - 150 %.

Vaikka kuvioissa 1 - 3 esitetyissä suoritusmuodoissa käytetään kahta akselijoukkoa ja kahta alkulankaa jokaiseen akselijoukkoon liittyen, jokaiseen akselijoukkoon liittyen ja/tai käyttämällä akseleiden lisäjoukkoja ja lisäanodeja kuvion 4 mukaan voidaan myös kasvattaa yksittäistä lankaa tai lisälankoja.

Säiliön 10 koko vaihtelee riippuen halutusta kasvatusmäärästä ja niiden lankojen määrästä, jotka samanaikaisesti tulee galvaanisesti pinnoittaa, sekä saavutettavasta tuotosta. Kuviossa 1 esitetyn rakenteen tapauksessa säiliön 10 pituus voi olla 40 jalkaan asti tai enemmän ja sen korkeus voi olla 5 jalkaan asti tai enemmän. Vetoakselit 14, 14a', jne. valmistetaan suositeltavasti sähköä johtavasta korroosionkestävästä materiaalista kuten kuparista tai ruostumattomasta teräksestä ja niiden halkaisijat voivat olla noin 600 mm:iin asti. Langan kulkunopeus elementissä voi vaihdella huomattavasti riippuen elementin pituudesta, alkulankojen määrästä, kasvatusasteesta ja käytetystä virrantiheydestä.

Keksinnön tärkeänä ominaisuutena on se, että akseleiden halkaisijat vastaavat langan paksuutta ja kasvatusastetta liiallisten jännitysten välttämiseksi, jotka voivat aiheuttaa langan katkeamisia kasvatusprosessin aika-

na. Yleensä akselin halkaisijan suhde kasvatetun galvaanisen pinnoitteen paksuuteen, joka määritellään lopullisena halkaisijana vähennettynä alkulangan halkaisijan arvolla ja jaettuna kahdella, on suurempi kuin noin 100.

- Seuraavassa taulukossa 1 on esitetty muutama lankojen kasvatusesimerkki alkulangan halkaisijan ollessa AWG 15 (1,45 mm) sekä tuloksina olevat akseleiden halkaisijoiden ja pinnoitteen paksuuden suhteet (suhde).

Taulukko 1

10	Lopullinen halkaisija (mm)	Pinnoitteen paksuus (A) (mm)	Kasvatus %	Suhde (B/A)	
				Akseleiden halk. (B)	
				101,6 mm	304,8 mm
	1,776	0,163	50	626	1 878
	2,292	0,421	150	241	723
15	2,511	0,531	200	191	573

Suosittelavan toimintatavan mukaan lankaa kasvatetaan noin 1 - 2 mm:n halkaisijan langasta valmiiksi langaksi, jonka halkaisija on noin 1,8 - 3,2 mm. Suositeltava akseleiden halkaisija on noin 100 - 350 mm.

- Yleensä aikaansaadaan suuremmat tuotot ja toiminnan tehokkuudet lisäämällä lankakierrosten määriä akseleille 14 jokaisen kasvatettavan lankapaksuuden tapauksessa, ja akselikohtaisten lankakierrosten määrien rajoittajana toimii kulloinkin käytettävissä oleva akseleiden kontaktipinta. Yleensä voidaan käyttää aina 160 kierrokseen asti alkulankaa kohti. Katodiväylissä 16 kulkevien lankaverhojen lankojen pystysuunnan välit mitattuina viereisten lankojen keskipisteiden välisenä etäisyytenä, voivat olla aina noin 20 mm:iin asti, käytettäessä yleensä noin 2 - 14 mm:n välejä, esimerkiksi 5 - 12 mm:n välejä.

- Useissa sovelluksissa prosessin virran tehokkuuden valvonta saattaa olla toivottava mittaamalla jatkuvasti langan halkaisijaa vähintään prosessin yhdessä kohdassa. Kaupallisesti saatavissa olevat optiset laitteet tai laserlaitteet 21, kuten Contrologicin valmistama ei-koskettava paksuuden mittauslaite, voivat mitata langan paksuutta ja verrata mitattua arvoa ennalta määrättyyn arvoon. Vertailun perusteella voidaan määrittää virran tehokkuus ja ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin virran tehokkuuden alittaessa halutun tason. Virran tehokkuuteen vaikuttavat esimerkiksi anodin ja katodin väliset oi-

kosulut sekä elektrolyytin koostumus, ja alhainen arvo voidaan kompensoida alentamalla tilapäisesti langan nopeutta kunnes virran heikon tehokkuuden aiheuttaja on korjattu.

- 5 Prosessin toisena ohjaustoimintana valvotaan langan syöttönopeutta ja langan poistumisnopeutta katkojen havaitsemiseksi. Näiden kahden nopeuden vertailun perusteella voidaan todeta katko ja ryhtyä korjaustoimenpiteisiin. Langan jännityksen mittauksia ja langan vastuksen valvontaa voidaan myös käyttää prosessin ohjaustoimintoina.

- 10 Keksinnön toisen suoritusmuodon tehtävänä on pestä lanka 13 sen poistuessa säiliöstä 10 (seinien 10a ja 10b läpi) ja käyttää pesuvettä akseleiden 14 pesemiseen esimerkiksi huuhtelemalla. Tällä toiminnalla puhdistetaan langat ja pidetään lisäksi akselit vapaina metallikerrostumista sekä pienennetään langan ja akseleiden välistä sähköistä vastusta. Lankojen poistuessa säiliöstä 10 kelattaviksi rullille tai keloille 20 kuivataan suositeltavasti tyhjiötilassa.
- 15 sa.

- Keksinnön eräänä muuna toimintana lanka hehkutetaan vähintään prosessin yhdessä kohdassa. Hehkutuksella pyritään muuttamaan sekä alkulangan että kuparipinnoitteen kiderakennetta ja aikaansaadaan prosessi, jonka toiminnan tehokkuutta on nostettu (vähemmän lankakatkoja jne.) ja joka
- 20 tuottaa pinnoitetun tuotteen, jonka fysikaaliset ja sähköiset ominaisuudet ovat parannettuja. Tavanomaista hehkuttajaa ei ole esitetty ja hehkutus kohdistetaan yleensä kasvatettuun lankaan, joka sen jälkeen vedetään halutun paksuiseksi myyntiä varten ja/tai prosessin syöttölangaksi. Lisäksi on suunniteltu hehkutus- ja vetotoimintojen suorittamista elementtien väleissä, jolloin aikaan-
- 25 saadaan vaihteellinen prosessi halutun paksuisen lopullisen tuotteen tuottamiseksi.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kuparilangan tuottamista varten saostamalla elekt-
rolyyttisesti kuparia kupariselle alkulangalle, joka menetelmä käsittää vaiheet,
5 joissa:

(a) johdetaan vetoakseleilla oleva kuparinen alkulanka liuennutta
kuparia sisältävän kylvyn läpi, jolloin kuparilanka johdetaan kylvyn läpi veto-
akseleiden avulla, jolloin kukin vetoakselipari on sijoitettu kylvyn vastakkaisiin
päihin kylvyn ulkopuolella, jolloin kuparilanka johdetaan toisistaan erillään
10 olevien yhdensuuntaisten väylien läpi, joita väyliä määrittelee kylvyssä useita
toisistaan erillään olevia yhdensuuntaisia anodeja;

(b) poistetaan jatkuvasti lanka kylvystä langan kuljettua jokaisen
väylän läpi ja syötetään lanka useita kertoja kylpyyn siten, että kuparia sa-
ostuu elektrolyyttisesti langalle kun se kulkee jokaista vastaavaa väylää pitkin
15 vetoakseleiden välissä;

(c) syötetään samanaikaisesti sähkövirtaa alkulankaan ja anodei-
hin siten, että lanka toimii katodina ja kupari-ioneja saostuu elektrolyyttisesti
langalle niin, että sen poikkileikkausala jatkuvasti kasvaa; ja

(d) poistetaan jatkuvasti kasvatettua kuparilankaa kylvystä sen
20 saavuttaessa halutun kasvatetun koon;

t u n n e t t u siitä, että ainakin kaksi kuparista alkulankaa johde-
taan samanaikaisesti kylvyn läpi, jolloin kukin lanka sidotaan ainoastaan yh-
teen pariin vastakkaisesti sijoitetuista vetoakseleista ja johdetaan väylien läpi
ainoastaan mainitun yhden vetoakseliparin välissä, jolloin kuparinen alkulanka
25 johdetaan kylvyn läpi joko

(i) samalla vastakkaisesti sijoitetulla vetoakseliparilla, tai

(ii) useiden vetoakseliparien vastakkaisesti sijoitetuilla vastaavilla
pareilla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä,
30 että lanka kasvaa noin 200 %:iin asti alkulangan painoon nähden.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laitteisto, t u n n e t t u
siitä, että akselin halkaisijan ja elektrolyyttisesti saostetun kerroksen paksuu-
den suhde on suurempi kuin noin 100.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen laitteisto, t u n -
35 n e t t u siitä, että katodin virrantiheyden ja anodin virrantiheyden suhde on
pienempi kuin noin 15.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että näin tuotettu lanka syötetään takaisin elektrolyyttiseen kylpyyn vetämisen ja hehkutuksen jälkeen sen kasvattamiseksi uudelleen haluttuun lopulliseen tilaan.

- 5 6. Laitteisto kuparilangan tuottamista varten saostamalla elektrolyttisesti kuparia kupariselle alkulangalle (13), joka laitteisto käsittää
- (a) säiliön (10) elektrolyyttikylpyä (11) varten;
 - (b) kylvyssä (11) toisistaan erillään ja yhdensuuntaisesti olevat anodit (12), jotka muodostavat säiliön (10) pituussuuntaisia väyliä (16);
 - 10 (c) vetoakseleita (14), jotka on sijoitettu vastakkaisiin päihin säiliön (10) ulkopuolella kuparilangan (13) johtamiseksi väylän (16) läpi, jolloin anodit (12) ja kuparilanka (13) ovat kytkettävissä sähkövirtaan;
 - (d) syöttökela (17) kuparisen alkulangan (13) syöttämiseksi vetoakselille (14), jolloin lanka (13) kierretään jatkuvalla tavalla vetoakselien ympärillä (14) ja kulkee edestakaisin niiden välissä ja säiliön läpi;
 - 15 (e) vastaanottokela (20) elektrolyttisesti saostetun kuparilangan (13) keräämistä varten;

t u n n e t t u siitä, että laitteistolla on kaksi tai useampi syöttökela (17) ja kaksi tai useampi vastaanottokela (20) jotka on sijoitettu syöttämään ja vastaanottamaan kaksi tai useampi kuparilankaa (13) samasta vastakkaisesti sijoitetusta vetoakseliparista (14) tai kahdesta tai useammasta vastakkaisesti sijoitetusta vetoakseliparista (14) siten, että kukin lanka (13) on sidoksissa ainoastaan yhden vastakkaisesti sijoitetun vetoakseliparin (14) kanssa ja kulkee väylissä (16) ainoastaan mainitun yhden vastakkaisesti sijoitetun vetoakseliparin (14) välillä.

20 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että säiliön (10) päissä on kaksinkertaiset seinät, joissa seinissä (10a, 10a', 10b, 10b') on aukot (15) lankojen (13) kulkua varten, ja että vetoakselit (14) on sijoitettu siten, että ne aikaansaavat langan (13) kulkemisen olennaisesti yhdensuuntaisesti väylien kanssa.

25 8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että anodit (12) on sijoitettu siten, että ne muodostavat yksittäisen anodirivin jokaisen lankaosuuden (13) viereen langan kulkiessa säiliön (10) läpi.

9. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että säiliön (10) läpi kulkevien lankaosuuksien (13) väleissä on kaksin-

35

kertaiset anodirivit lukuunottamatta säiliön (10) sivuseinämien (31) viereisiä väyliä.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 6 - 9 mukainen laitteisto, t u n -
n e t t u siitä, että lisäohjausakselit (30) on sijoitettu vetoakselien (14) ja säi-
5 liön (10) väleihin langan (13) kulun muuttamiseksi säiliössä (10) ja lanka-
osuuksien välisten etäisyyksien pienentämiseksi.

Patentkrav

1. Förfarande för produktion av koppartråd medelst elektrolytisk beläggning av koppar på en starttråd av koppar, vilket förfarande omfattar
5 steg i vilka:

(a) en starttråd av koppar förs på drivaxlar genom ett bad av elektrolytisk fluid innehållande upplöst koppar, varvid koppartråden förs genom badet medelst drivaxlarna, varvid var och ett par av drivaxlar är placerat utanför på motsatta sidor av badet, varvid koppartråden förs genom parallella
10 passager som ligger på avstånd från varandra, vilka passager definieras av ett flertal anoder anordnade på avstånd och parallellt i förhållande till varandra i badet;

(b) tråden avlägsnas kontinuerligt från badet efter att var och en passage är genomgången och koppartråden återinförs ett flertal gånger i badet så att koppar elektrolytiskt deponeras på tråden medan tråden rör sig
15 längs var och en respektive passage mellan drivaxlarna;

(c) samtidigt matas en elektrisk ström till starttråden och till anoderna så att tråden fungerar som katod och kopparjoner elektrolytiskt beläggs på tråden så att dess genomsnittsarea progressivt ökar; och

(d) den förstorade koppartråden avlägsnas kontinuerligt från badet då koppartråden uppnår den önskade förstorade storleken;

k ä n n e t e c k n a t av att åtminstone två starttrådar av koppar förs samtidigt genom badet, varvid var och en tråd är förbunden med endast ett av de motsatt placerade paren av drivaxlar och förs genom passagerna
25 mellan endast nämnda ett par av drivaxlar, varvid starttråden av koppar förs genom badet antingen

(i) på samma motsatt placerade par av drivaxlar, eller

(ii) på olika motsvarande par av ett flertal par av motsatt placerade drivaxlar.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att tråden förstoras upp till ca 200 vikt-% i förhållande till starttråden.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att förhållandet mellan drivaxelns diameter och den förstorade tjockleken av den belagda elektrolyten är större än ca 100.

4. Förfarande enligt något patentkrav 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t av att förhållandet mellan katodens spänningsintensitet och anodens spänningsintensitet är mindre än ca 15.

5. Förfarande enligt något patentkrav 1 - 4, k ä n n e t e c k n a t
5 av att tråd producerat så här matas tillbaka till det elektrolytiska badet efter att tråden har dragits och glödgats för att igen förstora tråden till ett önskat slutgiltigt tillstånd.

6. Anordning för produktion av koppartråd medelst elektrolytisk beläggning av koppar på en starttråd (13), varvid anordningen omfattar:

- 10 (a) en behållare (10) för ett elektrolytiskt bad (11);
(b) på avstånd från varandra liggande och parallella anoder (12) i badet som formar passager (16) i behållarens (10) längdriktning;
(c) drivaxlar (14) placerade utanför på motsatta sidor av behållaren (10) för att föra en koppartråd (13) genom passagerna (16), varvid anoderna (12) och koppartråden (13) är kopplingsbara med en elektrisk ström;
15 (d) en matningsrulle (17) för att mata starttråden av koppar (13) till drivaxlarna (14), varvid tråden (13) lindas på ett kontinuerligt sätt runt drivaxlarna (14) och sträcker sig fram och tillbaka mellan dessa och genom behållaren (10); och
20 (e) en upprullningsrulle (20) för att samla upp den elektrolytiskt belagda koppartråden (13);

k ä n n e t e c k n a d av att anordningen uppvisar två eller flera matningsrullar (17) och två eller flera upprullningsrullar (20) placerade för att mata och samla upp två eller flera koppartrådar (13) från samma par av motsatt placerade drivaxlar (14) eller från två eller flera par av motsatt placerade drivaxlar (14) så att var och en tråd (13) är förbunden med endast ett par av motsatt placerade drivaxlar (14) och går genom passagerna (16) mellan endast nämnda ett par av motsatt placerade drivaxlar (14).
25

7. Anordning enligt patentkrav 6, k ä n n e t e c k n a d av att behållaren (10) uppvisar dubbla väggar vid dess ändar med öppningar (15) i väggarna (10a, 10a', 10b, 10b') avsedda för trådarna (13) att löpa därigenom, och att drivaxlarna (14) är placerade så att de åstadkommer väsentligen parallella banor för tråden (13) i behållarens (10) passager (16).
30

8. Anordning enligt patentkrav 6 eller 7, k ä n n e t e c k n a d av
35 att anoderna (12) är placerade på avstånd från varandra för att åstadkomma en

enda anodrad bredvid var och en trådlängd (13) då tråden (13) förs genom behållaren (10).

9. Anordning enligt patentkrav 6 eller 7, k ä n n e t e c k n a d av att den uppvisar en dubbel anodrad i utrymmet mellan trådlängderna (13) som
5 förs genom behållaren (10) förutom i passagerna (16) bredvid behållarens (10) sidoväggar (31).

10. Anordning enligt något patentkrav 6 - 9, k ä n n e t e c k n a d av att tilläggsstyraxlar (30) är anordnade mellan drivaxlarna (14) och behållaren (10) för att förändra trådens (13) bana i behållaren (10) och för att minska avståndet mellan trådbanorna.
10

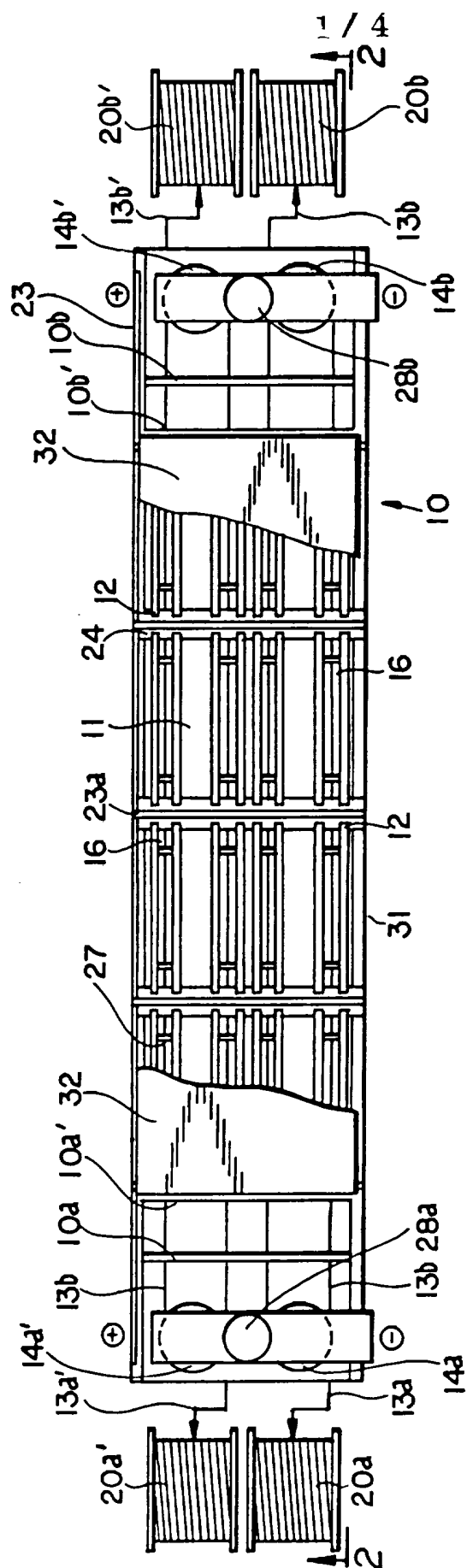
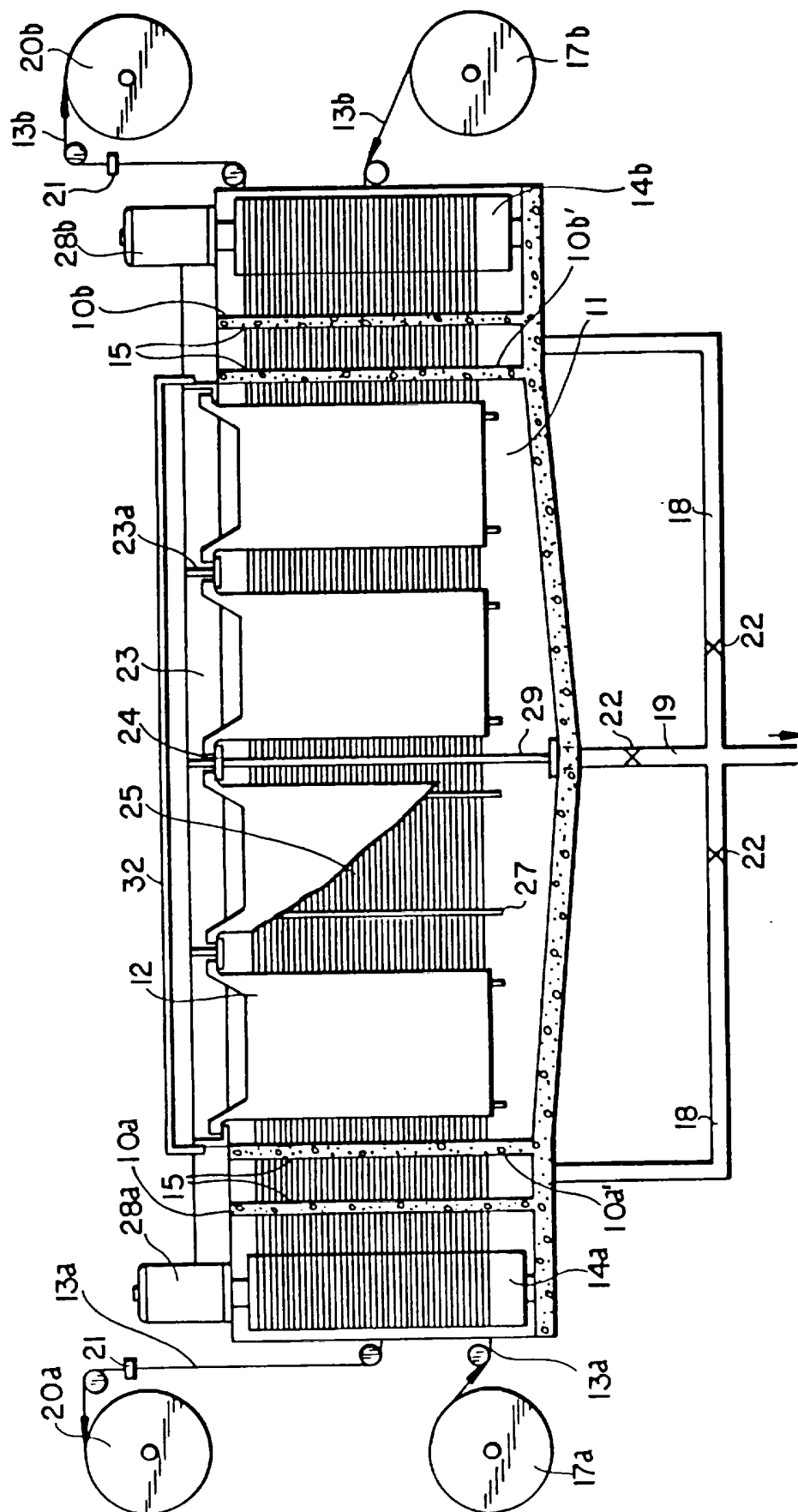


FIG. 1



Talteenotto/puhdistus kierrätys

FIG. 2

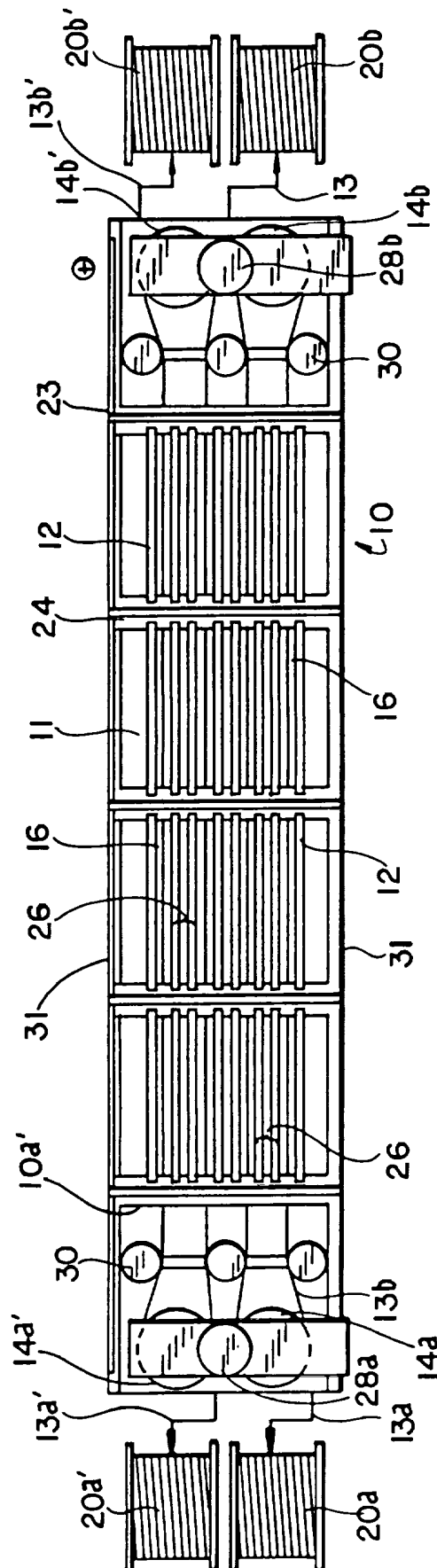


FIG. 3

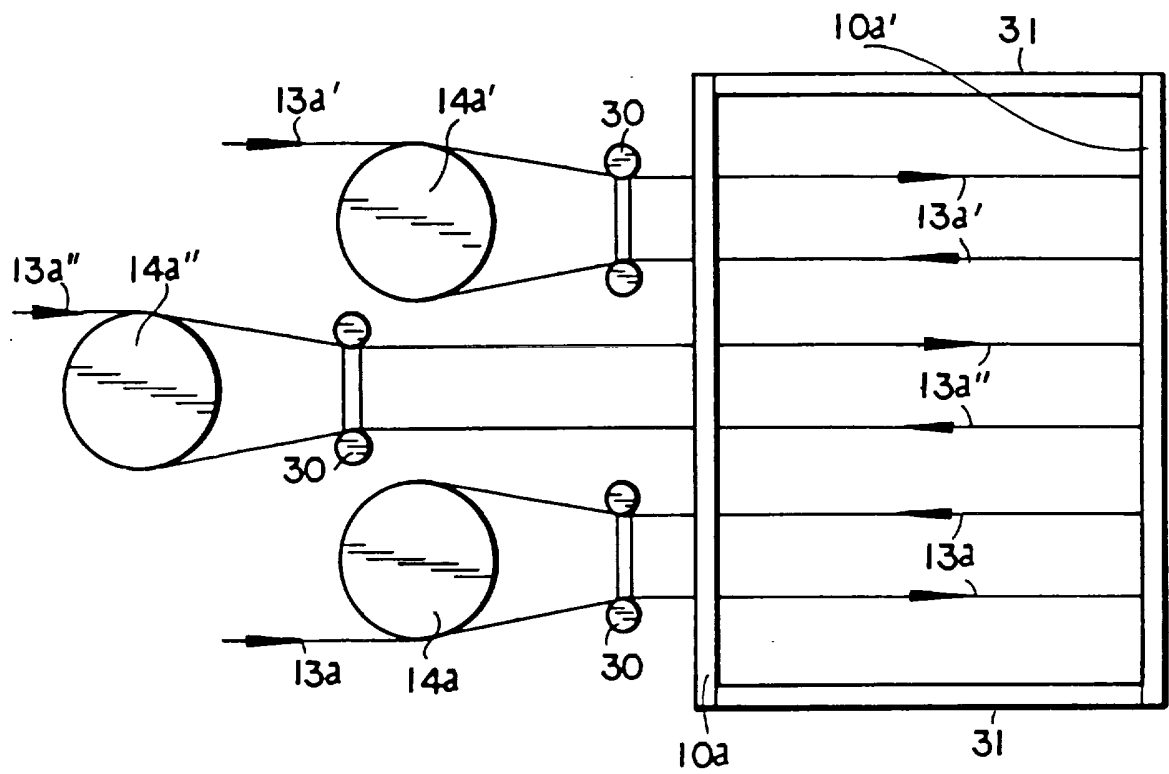


FIG. 4

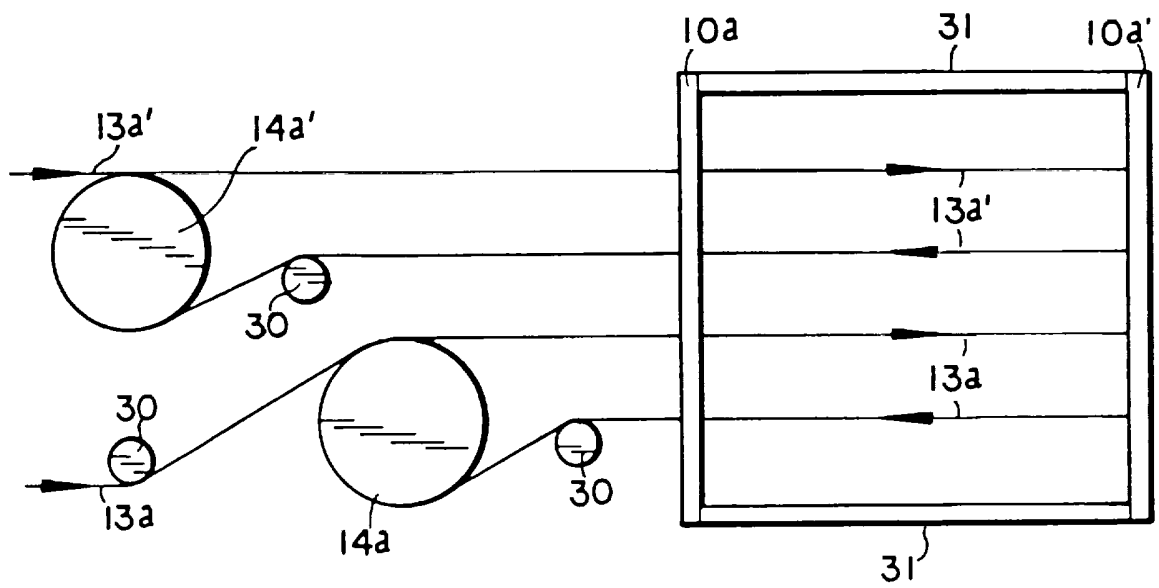


FIG. 5