

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 780193 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 780193

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
A61M

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 23.01.1978

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 23.01.1978

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 25.07.1978

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

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

24.01.1977 US 761926

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Baxter Travenol Laboratories, Inc., One Baxter Parkway Deerfield, Ill., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Granzow, Jr. Daniel B., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 •Froehlich, Robert J., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Leitzinger Oy, High Tech Center, Tammasaarenkatu 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Laite nesteen, kuten veren lämmittämiseksi

Apparat för uppvärmning av vätska, såsom blod

Baxter Travenol Laboratories, Inc.
One Baxter Parkway
Deerfield, Illinois 60015
U.S.A.

Laite nesteen, kuten veren lämmittämiseksi. - Anordning för upphettning av vätska, såsom blod.

2) Esillä olevan keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osasta ilmenevä laite nesteen lämmittämiseksi. Lähemmin sanottuna on kyseessä laite kylmien parentaalisten nesteiden, kuten veren lämmittämiseksi ruiskutusta tai siirtoa varten.

Verta säilytetään tavallisesti veripankeissa 4°C lämpötilassa siihen saakka, kunnes sitä annetaan potilaalle, jolloin se lämmitetään lähelle ihmisen ruumiinlämpö 37°C :sta, jolloinⁿ vältetään hypotermia ja keuhkoverenkierron sekä sydänhäiriöiden vaara. Tapauksissa, jolloin tarvitaan olleellisia ja ennalta arvaamattomia verimääriä, esimerkiksi potilaan vuotaessa verta kirurgisessa toimenpiteessä, on taroituksenmukaista, että varastoitu veri siirretään oleellisesti suoraan potilaaseen niin, että vältetään lämmittämästä verta, jolle ei sitten olekaan käyttöä.

Esillä oleva keksintö käsittää tehokkaan laitteen veren tai muiden parentaalisten nesteiden lämmittämiseksi ruumiinlämpöön, kun sellaisia nesteitä siirretään potilaaseen. Keksinnön erityisetuna on, että veren lämpötila pidetään oleellisesti vakiona eli 37°C riippumatta virtausnopeudesta, joka voi vaihdella 0 - 150 l/min. potilaan tarpeesta

riippuen. Edelleen on etua siitä, että laitteen toimintaa sekä siihen tulevan veren lämpötilaa valvotaan jatkuvasti, jolloin virhetoiminnan sattuesssa toiminta lakkaa, ja laite antaa hälytyksen. Laitteen automaattiset tuntoelimet mahdollistavat sen, että käyttäjä voi kokeilla valvontalaitteiden toimintaa, kun laite käynnistetään. Veren steriiliys säilyy ja laitteen likaantuminen estetään käyttämällä yksivirtasysteemiä, joka käsittää verilämmityspussin, joka sopii laitteeseen sen sähköisten lämpöelementtien ulottuville. Hälytys aikaansaadaan siinä tapauksessa, että verenkäsittelypussi vahingossa irtaantuu laitteesta, ja AC-kytketty ohjauspiiri, joka mittaa veren lämpötilan verenkäsittelypussin tulo- ja menopäästä, ohjaa automaattisesti lämpöelementtien toimintaa, jotta aikaansaataisiin mahdollisimman edullinen veren ulostulolämpötila.

Luonnollisestikin esillä olevan keksinnön tarkoituksena on yleensä aikaansaada veren ja muiden parentaalinesteiden lämmityslaite niiden ruiskuttamiseksi ihmiseen.

Edelleen on keksinnön tarkoituksena aikaansaada laite, joka pätää veren ja muut parentaalinesteet oleellisesti vakiolämpöisinä samalla, kun virtausnopeudet vaihtelevat laajalla alalla.

Vielä keksinnön tarkoituksena on aikaansaada verenlämmityslaite, joka on hyvin suojattu virhetoimintaa tai toimintakatkoja vastaan.

Sitä paitsi keksinnön tarkoituksena on aikaansada verenlämmityslaite, joka on helppokäyttöinen ja vaatii mahdollisimman vähän hoitoa.

Edelleen keksinnön tarkoituksena on aikaansaada verenlämmityslaite, joka vaatii mahdollisimman vähän käyttökuntoonlaittoaikaa ja jota voidaan mukavasti käyttää erilaisissa ympäristöissä.

Kuten edellä on mainittu, on keksinnön kohteena yleensä nesteenlämmityslaite kylmän nesteen, kuten veren lämmittämiseksi ennalta määrättyyn nimellislämpötilaan ennen erilaisin nopeuksin tapahtuvaa ruiskuttamista, joita nopeuksia voidaan vaihdella oleellisen suurissa puitteissa.

Näiden ja edellä mainittujen tarkoitusten saavuttamiseksi keksinnön mukainen laite on patenttivaatimuksen 1 tunnusosan mukainen.

Laitteeseen kuuluu siten kotelo, joka rajoittaa verenlämmityskammion laitteen sisään ja vähintään yksi lämmityselementti, joka voi toimia sähköllä ja joka on termisessä yhteydessä lämmityskammiossa olevan nesteen kanssa sen lämmittämiseksi sen kulkiessa laitteen lävitse. Ohjauspiiri, joka reagoi lämmityskammiossa olevan veren tulo- ja menolämpötiloihin, aikaansaa ohjainsignaalin, joka on riippuvainen sekä lähtölämpötilasta että nesteen virtausnopeudesta. Kontaktielimet, jotka on sähköisesti yhdistetty lämpöelementin ja sähkövirtalähteen väliin, reagoivat ohjauksignaaliin ja siten ohjaavat virran lämpöelementtiin niin, että neste pidetään ennalta määrättyssä nimellislämmössä riippumatta sen virtausnopeudesta.

Keksinnön mukaisen laitteen eräässä suoritusmuodossa aikaansaa ohjauspiiri lämpöelementin päälle-pois-toiminnan riippuen sekä ulostulolämmöstä että laitteessa olevan nesteen lämpödifferentssistä. Tämä aikaansaadaan generaattorilla, joka aikaansaa jaksottaistoimintaa, joka on riippuvainen erosta tulo- ja lähtölämpötilojen välillä, sekä vertailulaitteella, joka aikaansaa ulostulosignaalin, joka perustuu siihen, että jaksottaistoiminta saavuttaa tason, joka riippuu nesteen ulostulolämpötilasta.

Seuraavassa keksintöä selvitetään lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa:

Kuvio 1 esittää perspektiivikuvana keksinnön mukaista verenlämmityslaitetta, joka on asennettu kannatintangolle ja johon on asennetty kertakäyttöinen verenlämmityssysteemi.

Kuvio 2 esittää verenlämmityslaitetta perspektiivikuviona, jolloin se on asennettu kannatinlevylle ja kammion luukku avoimena sekä lisäksi osaksi leikkauskuvana, jotta verenlämmityspussin sisäinen sijoitus virtaussysteemissä sekä lämmityselementin sijoitus kammion luukkuun selviäisivät.

Kuvio 3 esittää perspektiivinä verenlämmityslaitetta takaapäin sekä sen asennuskiinnittimiä ja toiminnan kokeilunappeja.

Kuvio 4 on leikkauskuva kuvion 3 linjaa 4-4 pitkin ja esittää laitteen laitteen sisärakennetta sekä asennuskiinnittimien käyttöä tangolle asennettaessa.

Kuvio 5 esittää leikkauskuviota kuvion 4 linjaa 5-5 pitkin ja esittää samalla lämpöelementin sijoitusta ja lämmitysyksikön konstruointia sekä tuntoelementtien sijoitusta veren tulo- ja lähtölämpötilojen havainnointia varten.

Kuvio 6 on osaksi leikattu etukuva verenlämmityslaitteesta, jossa tietty osa on leikattu, jotta esitettäisiin lämmityskammion luukun lukkomekanismin järjestely ja toiminta.

Kuvio 7 on yksinkertaitettu verenlämmityslaitteen toimintakaavio, joka esittää sen päätoiminnot.

Kuvio 8 on verenlämmityslaitteen toimintakaavio, joka esittää sen elementit.

Kuvio 9 on graafinen esitys verenlämmityslaitteen toiminnasta ja osoittaa veren tulolämpötilojen vaihtelun vaikutuksen laitteen lämpöelementin toimintaan.

Kuvio 10 on graafinen esitys verenlämmityslaitteen toiminnasta esittäen veren ulostulolämpötilojen vaihteluiden vaikutusta lämpöelementin toimintaan.

Kuvio 11 on osaksi otettu perspektiivikuva lämpötilan mittayksiköstä, jota käytetään verenlämmityslaitteen toiminnan kontrolloimiseksi ja säätämiseksi.

Kuvio 12 on etusuunnasta tehty perspektiivikuva verenlämmityslaitteesta ja se osoittaa lämpötilan mittausyksikön sijoituksen oikean toiminnan kontrolloimiseksi ja säätämiseksi.

Kuviot 13A ja 13B ovat leikkauskuvioita, jotka esittävät, kuinka kuvion 11 mukainen lämpötilan mittauslaite asennetaan laitteen kotelossa olevan lämpöelementin mittaamiseksi ja valvomiseksi, siis tässä tapauksessa luukkuun asennetun lämpöelementin.

Nyt viitataan piirustuksiin ja erityisesti kuvioihin 1 - 3, jotka esittävät verenlämmityslaitetta, joka on keksinnön mukainen ja johon kuuluu pääasiallisesti suorakaiteen muotoinen kotelo 11, jonka yläpäässä on kahva 12 ja jossa on pohjaosa 13 alapäässä. Käytön aikana voi verenlämmityslaite olla joko sijoitettu tasaiselle tukipinnalle,

kuten kuviossa 2, jolloin tukipinta vastaa ¹peveään pohjaosaan 13 aikaansaaden suuren vakavuuden, tai laite voi olla asennettu jalustalle tai tukitangolle 14 kuviossa 1, jolloin kaksi kiinnitintä 15 ja 16, jotka on järjestetty laitteeseen takapinnalle, ^{he}ai~~h~~uttavat tarpeellisen vakavuuden.

Kotelon ylimmässä osassa on verenlämmityslaitteessa myös kontrollitaulu 17, joka voi olla lievästi upotettu tarkoituksella suojata sitä laitetta siirreltäessä ja asennettaessa. Kontrollitauluun kuuluu lämpötilan osoitin näyttölaitteen 18 muodossa, joka on kalibroitu antamaan suoraan veren ulostulolämpötilan. Edelleen tauluun kuuluu päälle-pois-katkaisin 19, joka antaa käyttäjälle mahdollisuuden käynnistää ja lakkauttaa verenlämmityslaitteen toiminta.

Taulun 17 alapuolella on laitteessa 10 lämmityskammion luukku 20 ja se on kääntyvästi asennettu kotelon 11 sivulle tapin 21 (kuvio 2) avulla niin, että luukku voidaan avata, kuten kuviossa 2 on esitetty, jolloin päästään lämmityskammioon 24 (kuvio 4), joka on järjestetty luukun 20 sisäseinämän tai sisälevyn 22 ja kotelon 11 sisäseinämän tai -levyn 23 väliin.

Verenlämmityslaite 10 on tarkoitettu käytettäväksi kertakäyttöisen steriilin nesteenvirtaussysteemin yhteydessä, jonka läpi lämmitettävä veri saatetaan virtaamaan potilaaseen tai muuhun käytön kohteeseen joko painovoiman, paineen tai pumpun avulla. Sellaista virtaussysteemiä markkinoi Fenwal Laboratories, joka on Travenol Laboratories Inc.'in, Deerfield, Illinois, USA, osasto, mallina n:o 4C2416, ja tämä virtaussysteemi on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä verensiirto-laitteiston kanssa veren siirtämiseksi säiliöstä suoraan potilaaseen. Virtaussysteemiin kuuluu litteä ja pääasiassa suorakaiteen muotoinen lämmityspussi 26 (kuvio 2), joka on ripustettu kammioon 24 useampien kannatintappien 27 avulla. Lämmityspussi 26 on sisältä varustettu varasuelimillä, jotka rajoittavat taivuteltua verenvirtaustietä 25 (kuvio 5), kun se virtaa tuloaukosta 28 pussin alaosassa sen yläpäässä olevaan ulostuloaukkoon 29. Tuloaukko 28 on yhdistetty kylmäverisäiliöön (ei esitetty) letkulla 30, ja ulostuloaukko 29 on yhdistetty kammion 31 ja letkun 32 välityksellä kanyylin pidikkeeseen (ei esitetty), johon taas kanyyli on kiinnitetty suonipuntuuria varten. Kun luukku 20 on suljettu kuvion 1 osoittamalla tavalla, puristuu verenlämmityspussi 26 luukun 20 levyn 22 ja kotelon 11 levyn 23 väliin. Kun luukku 20 on lukittu on tulo- ja pöistoaukkojen 28 ja 29

välillä yhteys resessorin 33 ja 34 välityksellä, jotka resessorit on järjestetty pitkin luukun ja kotelon reunoja. Nämä resessorit mahdollistavat sen, että luukku lukkiutuu tiiviisti lämmityspussin päälle.

Nyt viitataan kuvioon 3, joka osoittaa, että kotelon 11 takapuolella on siipimäinen levy 35, joka muodostaa mukavan pidikkeen, jonka ympärille laitteen sähköjohto 36 voidaan kelata. Levy tai konsoli 35 muodostaa takapuolelle myös avoimen kanavan 37, jolloin pidikkeet 15 ja 16 voidaan kääntää tähän kanavaan, kun niitä ei käytetä. Takapuolella ovat myös painonapit 38 ja 39, jotka painettaessa aikaansaavat verenlämmityslaitteen ensimmäisen ja toisen varmuussysteemin kokeilutuloksen.

Lämmityspussin 26 läpi virtaavan veren lämmittämiseksi kuuluu verenlämmityslaitteeseen, kuten kuviosta 4 näkyy, ensimmäinen lämpöelementti 40 kotelossa 11, joka on oleellisesti kosketuksissa levyn 23 sisäisivun kanssa. Toinen lämpöelementti 41 on järjestetty luukun 20 sisään tukeutumaan oven levyä 22 vasten. Molempia lämpöelementtejä pitävät paikoillaan verrattain kovat ja joustamattomat levyt 45, jotka ovat eristysainetta. Sähköenergia ohjataan näihin lämpöelementteihin johdolla 42, joka tulee kotelon 11 sisään luukun 20 ylimmän ripustintapin 21 läpi (kuvio 6). Sähkökomponentit ja virtapiirit käsittää painettu piiri 43, joka on välttämätön verenlämmityslaitteen 10 toiminnalle, ja se on järjestetty koteloon 11 lämpöelementin 40 taakse. Näihin komponentteihin pääsee helposti käsiksi säätö- ja korjaustarkoituksia silmälläpitäen poistamalla kotelon 11 takalevy 44.

Kun luukku 20 on lukittu, puristuu verenlämmityspussi 26 kuviossa 5 esitetyllä tavalla levyjen 22 ja 23 väliin niin, että veri, joka virtaa pussin kanavien 25 läpi, joutuvat termiseen yhteyteen lämpöelementtien 40 ja 41 kanssa. Lämmityspussin 26 läpi virtaavan veren lämpötilaa tarkkaillaan kahden termistorin 46 ja 47 muodostamalla lämmönhavainnointilaitteella, joka on sijoitettu resessorin 24 keskilinjalle lähelle sen yläpäättä ja liitetty kuvioiden 5 ja 6 osoittamalla tavalla. Termistori 47 mittaa lämmityspussin läpi kulkevan veren lämmön tuloaukon 28 lähellä, ja termistori 46 mittaa sen pussissa 26 ulostuloaukon 29 lähellä. Verenlämmityslaitteessa aikaansaavat termistorit 46 ja 47 signaaleja, jotka edustavat sen veren lämpötilaa, joka

lähtee laitteesta, kuten myös sitä lämpötilaeroa, joka vallitsee laitteeseen tulevan ja siitä lähtevän veren välillä. Näitä tietoja käytetään laitteen kontrolloi- tai ohjauspiirissä lämpöelementtien 40 ja 41 toiminnan ohjaamiseksi ja siten myös sen lämpötilan ohjaamiseksi, johon veri lämmitetään.

Jotta luukku 20 voitaisiin lukita, on siihen järjestetty lukkomekanismi 48. Siihen kuuluu kahva 49, jota käyttäjä voi käyttää ja joka sijaitsee luukun pinnalla ja joka käyttää kulmavartta tai epäkeskolaitetta 50, joka on oven sisällä. Nivelten 51 ja 52 välityksellä tämä vipuvarsi on yhdistetty lukkotappeihin 53 ja 54, jotka on järjestetty luukun päihin. Kun kahvaa 49 kierretään tiettyihin ääri-asentoihinsa, siirtyvät lukkotapit 53 ja 54 asianmukaisesti vastimiinsa 55 ja 56 kotelossa 11, jolloin luukkua voidaan sulkea ja avata.

Kun luukku 20 on lukittuna, on lukitustappi 53 kosketuksissa kotelon 11 kytkimen 57 kanssa. Tämä kytkin toimii yhdessä virtapiirin kanssa antaakseen hälytyksen, kun käyttäjä yrittää avata tai lukita luukkua laitteen toimiessa. Tämän vuoksi on kytkin 57 siten järjestetty, että se toimii, kun lukkotappi 53 on kokonaan ulkona niin, että hälytys kuuluu heti, kun käyttäjä yrittää kääntää kahvaa 49 ja kun lukkotappi irtaavaa vastaavasta kiinnittimestään kotelossa 11.

Kuten kuvioista 7 näkyy, ohjataan sen veren lämpötilaa, joka lähtee lämmityslaitteesta 10, ohjauspiirillä 60, joka ohjaa lämpöelementin toimintaa. Tämä ohjainpiiri aikaansaa sen, että lämpöelementit 40 ja 41 jaksottain saavat energiaa sen ajan, joka riippuu termistorien 46 ja 47 antamista lämpötiloista.

Tämän ohjainpiirin ulostulosignaali, siis päälle-pois-signaali, ohjataan optisen eristimen 61 läpi lämpöelementin kontaktipiiriin 62, joka ohjaa virrantuloa lämpöelementeille 40 ja 41. Lämpöelementtien 40 ja 41 ohjausvirta ohjataan kytkinpiirille 62 sähköverkosta katkaisimen 63 kautta, joka toimii myös käyttäjän halun mukaan ja jossa on automaattinen katkaisinjärjestelmä virhetoiminnan varalta. Optinen eristin 61, joka on tavanomainen ja ostettavissa oleva komponentti, toimii toiminnanohjauspiirin 60 sähköeristimenä verkkovirrasta yhdessä muiden ohjainpiirien kanssa, jotta potilaan kontakti verkko-

virtaan saataisiin hoidon aikana mahdollisimman alhaiseksi.

Keksinnön mukaisesti muuntelee ohjainpiiri 60 lämpöelementtien 40 ja 41 toimintaa sekä tuntoelimen 46 ilmoittaman alkulämpötilan funktiona että tuntoelinten 46 ja 47 ilmoittamien veren tulo- ja lähtölämpötilojen funktiona. Kun veren poistumislämpötila kohoaa yli toivotun tason, vähentää ohjainpiiri 60 lämpöelementtien 40 ja 41 toimintaa, jolloin poistumislämpö laskee toivotulle tasolle. Päinvastoin, jos veren poistumislämpötila laskee alle toivotun tason, ohjainpiiri 60 lisää lämpöelementtien toimintaa niin, että veren lämpötila pysyy toivotulla tasolla. Jos seurattujen lämpötilojen ero kasvaa, mikä merkitsee veren virtauksen kasvua, lisääntyy lämpöelementtien 40 ja 41 toiminta automaattisesti kompensoidakseen lisääntyneen virtauksen ja välttääkseen veren poistumislämmön laskemisen alle toivotun tason. Päinvastoin, jos tulo- ja lähtölämpötilojen ero laskee, mikä merkitsee veren virtauksen pienenemistä, vähenee lämpöelementtien toiminta automaattisesti, jotta vältettäisiin veren lämpeneminen yli toivotun tason.

Ensimmäisen hälytyspiirin avulla aikaansaadaan ohjainpiirin toimintavirhettä vastaan suoja. Tähän hälytyspiiriin kuuluu ylimeno- tai monitoripiiri 64 yli- ja alilämpötilojen varalle, joka aikaansaa ulostulosignaalin sen seurauksena, että seuraimen 46 seuraama veren poistumislämpötila nousee yli ennalta määrätyn maksimilämmön tai laskee alle edeltä määrätyn minimilämmön. Käytännössä maksimilämpöraja on säädetty vähän yli 37°C nimellislämmön, jotta välttyttäisiin mahdollisuudelta, että käsiteltävä veri vahingoittuu; minimilämpötila säädetään noin 0°C niin, että lähtölämpötilaseuraimen 46 muutoksia seurataan.

Sen seurauksena, että tulosignaali lämmönvalvontapiiristä 64 merkitsee joko yli- tai alilämpöä, lähtee hälytys 65 toimimaan, jotta käyttäjä havaitsisi syntyneen toimintavirheen. Samanaikaisesti keskeytyy ohjainpiirin 60 ohjaussignaalin tulo lämpöelementtien kontaktipiiriin 62, jotta veren edelleen lämpiäminen estettäisiin lämpöelementeillä 40 ja 41.

Verenlämmityslaitteeseen 10 kuuluu toinen valvonta- eli monitoripiiri 66, joka valvoo lämpöelementteihin 40 ja 41 tulevaa virtaa. Normaali- käytössä kytkeytyy ja katkeaa tämä virta säännöllisesti sen nopeuden

mukaisesti, jonka ohjainpiiri 60 määrää. Jos sattuu käyttövirhe, joka aikaansaa sen, että virtaa tulee jatkuvasti elementteihin 40 ja 41, antaa valvontapiiri 66 tulospinaalin, joka ohjataan sopivaan katkaisinelimeen virtapiirikytkimessä 63 niin, että energian tulo verenlämmityslaitteeseen lakkaa. Käytännössä on valvontapiiri 66 järjestetty katkaisemaan toiminnan, milloin lämpöelementteihin menevä energia ei katkea kolmessa sekunnissa.

Edelleen on kuvion 7 esittämällä ohjainjärjestelmällä se etu, että energiaa voidaan johtaa lämpöelementteihin niinä hetkinä verkko-vaihtovirtaa, kun se on nollakohdassaan. Tämä aikaansaa sen, että transientit saatetaan minimiin, joita muutoin esiintyisi hetkinä, jolloin virta kytketään lämpöelementteihin sekä edelleen saatetaan minimiin radiofrekventtiset interferenssit, joita mainittujen transienttien seurauksena ilmenee.

Keksinnön seurauksena aikaansaadaan ohjainsignaali, joka ohjataan lämpöelementtien kytkentäpiiriin 62 ja edelleen ohjainpiiriin 60 erityisen rajoitinsysteemin avulla. Tässä viitataan kuvioon 8; ohjainpiiriin 60 kuuluu oskillaattori 70, joka aikaansaa noin 20 kHz:n signaalin. Tämä signaali viedään samanaikaisesti termistori 46 ja 47 sekä vertailunsäätöpotentiometriin 71. Termistori 46 on kytketty jännitteenjakopiiriin (ei esitetty) signaalin aikaansaamiseksi vahvistimeen 72, joka signaali on amplitudiltaan riippuvainen käsiteltävän veren alkulämmöstä. Vahvistin 72 vahvistaa tämän signaalin ja se viedään AC/DO-muotostrimmiin 73, jossa signaali muutetaan analogiasignaaliksi, joka edustaa veren alkulämpöä. Samalla tavalla tuottaa termistori 47 vaihteleva-amplitudisen signaalin, joka vahvistetaan vahvistimessa 74 ja muutetaan AC/DC-muotostrimmissä 75 analogiamuotoiseksi lämpötilaa edustavaksi tulospinaaliksi.

Muotostrimmien 73 ja 75 analogiasignaalit ensimmäisen differentiaali-vahvistimen 76 inveroivaan ja inverttoimattomaan päähän, joka aikaansaa ulostulospinaalin, joka edustaa kahden tulleen signaalin välistä eroa. Tämä ulostulospinaali kuljetetaan generaattoriin 77, joka aikaansaa jännitysfunktioita, jotka kukin vaihtelevat suhteessa tulleiden signaalien amplitudiin. Generaattori 77, joka voi olla mikä tahansa tunnetuista tähän tarkoitukseen käytetyistä piireistä, käsitteää piiriosan 79, joka aikaansaa paluujännitteen, joka menee takaisin

generaattoriin lisäämään toimintaa. Käytännössä on voimakkuus ja paluujännite sovitettu niin, että toiminta nimellisesti tapahtuu joka 600. millisekunti. Tämä on suhteellisen pitkä ohjausaika verrattuna 16,7 millisekuntiin 60 Hz verkkojännitteessä, joka antaa lämpöelementeille virran, joka katkaistaan, ja ohjausjakso on suhteellisen lyhyt verrattuna verenlämmityslaitteen termiseen inertiaan niin, että se ei ole rajoittava tekijä systeemiä käytettäessä.

Vertailunsäätöpotentiometri 71 aikaansaa tietynamplitudisen signaalin, joka, sitten kun se on aikaansaatu, voi vaihdella oskillaattorin 70 aikaansaaman signaalin amplitudin kanssa. Tämä signaali vahvistetaan vahvistimessa 80 ja ohjataan AC/DC-muutostrimmiin 81, jossa signaali muutetaan lämpötilasta ja oskillaattorin amplitudista riippuvaksi analogiasignaalksi. Tämä analogiasignaali toisen differentiaali vahvistimen 82 invertoimattomaan sisäänmenoon. Muutostrimmin 73 analogiasignaali ohjataan vahvistimen 82 toiseen invertoivaan sisäänmenoon kehittääkseen sieltä ulostulosignaalin, joka muodostaa tulolämpötilaa edustavan signaalin, joka riippuu oskillaattorin 70 amplitudin vaihteluista.

Tulolämpötilaa edustava differentiaali vahvistimen 82 signaali ohjataan jännitysvertailijan 83 invertoimattomaan sisäänmenoon ja vaihteleva generaattorin 77 aikaansaama toiminta ohjataan vertailulaitteen invertoivaan sisäänmenoon. Kun mainitun toiminnan hetkellinen jännitys ajan mukana lisääntyy, saavutetaan lopulta piste, jossa mainittu toiminta ja lämpötilaa edustava toiminta yhdistyvät. Tässä pisteessä vertailija 83 antaa ulostulosignaalin, joka muodostaa halutun lämpöelementin ohjaussignaalin.

Tämä lämpöelementtien ohjaussignaali viedään OG-portin yhteen sisäänmenoon, josta se viedään valodiodiin (LED), joka edullisesti kuuluu osana tavanomaiseen optiseen eristinkomponenttiin 86. Eristimessä joutuu diodin 85 lähettämä valo tunnetulla tavalla optisesti lähellä olevaan puolijohdekomponenttiin 87. Tämä puolijohdekomponentti on yhdistetty nollapisteessä kytkeytyvään lämpöelementtikatkaisimeen 62, jolloin puolijohdekomponentti, kun se on johtava, saattaa katkaisimen 62 toimimaan ja ohjaamaan energiaa lämpöelementteihin 40 ja 41. Kuten aikaisemmin on mainittu, päättyy lämpöelementteihin tuleva vaihtovirta edullisesti silloin, kun vaihtovirran käyrä saavuttaa nollapisteensä, jolloin virta lämpöelementeissä on vähimmäisarvossaan ja tällöin

aikaansaadaan vain mahdollinen määrä radiofrekventtisiä interferenssejä. Tämän aikaansaava piiri on tunnettu eikä sitä näin ollen kuvata yksityiskohtaisesti.

Koska vertailija 83 kehittää ulostulosignaalin, kun sen sisäänmenoon ohjatut jännitteet ovat positiivisessa suhteessa, on toiminta vertailulaitteen 83 kehittämän ulostulosignaalin takia riippuvainen sekä tulevan veren absoluuttisesta lämpötilasta, jonka ilmoittaa differentiaalivahvistimen 82 antama analogiasignaali että erosta veren tulo- ja lähtölämpötilojen välillä, jonka eron ilmoittaa generaattorin 77 antama jännitysfunktio. Tämä on kuvattu kuvioissa 9 ja 10, ja kuviosta 9 ilmenee, että se käyrämuoto 90, joka edustaa generaattorin 77 toimintaa vakion lämpöeron saamiseksi, leikkaa ylempää jännitetasoa 92, joka vastaa alkuperäistä lähtölämpöä, myöhemmin käyrä 90 leikkaa jännitystasoa 91, joka vastaa kohonnutta lähtölämpöä. Tämän seurauksena lisääntyy lämpöelementin toiminta, joka on ilmaistu käyrällä 93, jonka jännitystaso on kohonnut vastaten veren tulolämpötilan laskua.

Lämpöerojen vaihtelun vaikutus on kuvattu kuviossa 10. Alkuperäisellä lämpöerolla käyrä 90 leikkaa jännitystasoa 94, joka vastaa veren alkulämpötilaa ja lämpenemistapahtuma saatetaan lakkaamaan aikaisemmin, kun vinoutuma vähenee lisääntyneen lämpötilaeron vuoksi, kuten käyrämuoto 95 esittää. Tuloksena on, että lämpöelementtien toiminta, joka on kuvattu käyrällä 93 lisääntyy ja saattaa verenlämmityslaitteen pysähtymään lisääntyneen läpivirtauksen vähentämiseksi, jonka virtauksen on aikaansaanut lisääntynyt lämpötilaero.

Käytännössä vaihtelevat sekä lämpötilaero että veren alkulämpö aikaa myöten, ja syntynyt toiminta on näiden kahden muuttujan yhdistelmä. Erityinen etu on nopea reaktioaika, jonka tämä piirijärjestely aikaansaa yhdessä tunnettujen termostaattiohjattujen verenlämmityslaitteiden kanssa, joissa lämpöelementeille voidaan toimittaa energiaa tarpeen mukaan.

Jotta laitteen käyttäjälle saataisiin ilmoitus sen veren lämpötilasta, joka lämmityslaitteesta lähtee, viedään differentiaalivahvistimen 82 kehittämä analoginen ulostulosignaali mittalaitteeseen 18, jossa, kuten aiemmin on mainittu, on lämpötilan mitta-asteikko. Jotta mahdollistettaisiin, että laite 18 antaa suoran lämpötilan näytön, kuuluu

laitteen piiriin edullisesti säätöpiiri 96, joka osaksi poistaa laitteeseen ohjattua jännitettä kalibroidakseen laitetta tunnettuun tapaan.

Keksinnön toisen aspektin seurauksena valvotaan poistuvan veren lämpötilaa jatkuvasti korkea- ja laaja-alaisella vertailupiirillä, joka muodostuu differentiaali vahvistimista 100 ja 101. Differentiaali vahvistimen 82 lämpötilaa edustava ulostulosignaali ohjataan differentiaalin 100 invertoivaan sisäänmenoon ja vertailusignaali, joka on kehitetty ylilämmön vertailulähteessä 102, ohjataan vahvistimen invertoimattomaan päähän. Vahvistimen 100 ulostuloon kuuluu takaisinkytkentä niin, että vahvistin 100 kytketään aktiivitilaan, kun mitattu lämpötila ylittää ylilämpövertailun, kunnes vahvistin sen jälkeen saatetaan alkuasentoonsa laitteen vaikutuksesta.

Differentiaali vahvistimen 82 ulostulo on myös kytketty differentiaali vahvistimen 101 invertoimattomaan päähän, jonka vahvistimen invertoiva pää puolestaan on kytketty alilämpöjen vertailujännitelähteeseen 103. Tämän vahvistimen ulostulo on kytketty vahvistimen 100 ulostuloon niin, että kehitetään vahvistimen 100 ulostulosignaali, jolloin differentiaali vahvistimen 82 kehittämä jännitys laskee alle vertailun 103, ja tämä ulostulosignaali lukitsee vahvistimen 100 aktiivitilaan samassa mitassa kuin mitä se on huomannut ylilämmön olevan. Kun se joutuu yli- tai alilämpötilaan, kehittää se ulostulosignaalin, joka kestää, kunnes teho kytketään irti laitteesta.

Ulostulo- tai hälytyssignaali vahvistimista 100 ja 101 johdetaan hälyttimeen 104, joka antaa kuuluvan merkin huomauttaakseen laitteen käyttäjää siitä, että veren poistumislämpö laskee rajojen alle. Hälytys 104 alkaa toimia myös luukkukytkimen 57 avulla, jos käyttäjä yrittää avata luukkua verenlämmityslaitteen toimiessa.

Differentiaali vahvistimien 100 ja 101 kehittämä hälytyssignaali ohjataan myöskin invertterin 105 läpi OG-portin 84 toiseen sisäänmenoon sulkeakseen tämän portin, kun hälytystila alkaa. Koska tämän portin sulkeminen vaikuttaa sen, että lämpöelementin ohjaussignaalin laukaiseminen tai aktivointi estetään optisen eristimen 85 sekä

samalla lämpöelementtikytken 62 suhteen, keskeytyy energiatoimitus lämpöelementeille 40 ja 41. Katkaisupiiri 98 aikaansaa hälytyksen keskeyttävän jännitteen vahvistimen 82 ulostuloon lyhyeksi aikaa - muutamaksi sekunniksi - sen jälkeen, kun verenlämmityslaite on käynnistetty, jotta lämpötilahälytyksen aktivointi tai laukaiseminen estettäisiin.

Kuten aikaisemmin esitetty, valvoo toimintamonitori 66 lämpöelementteihin 40 ja 41 ohjattua vaihtovirtaa havainnoidakseen lämpöelementtien ohjauspiirin 60, optisen eristimen 86 sekä lämpöelementtikytken 62 toimintaa. Tämä suoritetaan virtaussondin 99 avulla, jotta vältettäisiin suora sähköinen yhteys monitoripiirin ja verkkovaihtovirran välillä ja edelleen, ettei esiintyisi virtavuotoja verkon ja potilaan välillä. Koska monitori aikaansaa ulostulosignaalin vain siinä tapauksessa, että energia lämpöelementeille ei katkea kolmen sekunnin kuluessa, ja koska nimellinen lämmityselementtien toiminta-aika on 600 millisekuntia, monitori normaalisti reagoi vain toimintavirheeseen. Verenlämmittimen toiminnan alussa on kuitenkin mahdollista, etenkin, kun laite on kylmä, että toiminnanohjauspiiri vaatii lämpöelementtien jatkuvaa toimintaa matalan alkulämmön vuoksi. Jotta estettäisiin, ettei toimintamonitori tulkitse näitä normaaleja käynnistys- tai lämmitysjaksoja virheeksi, kuuluu lämmittimeen sulkuupiiri 106, joka estää toimintamonitorin 66 toiminnan ennalta määrätyksi ajaksi laitteen käynnistytyn jälkeen. Tämä aika on yleensä säädetty noin kahdeksi minuutiksi, mikä on osoittautunut riittäväksi saattamaan levyt 22 ja 23 käyttölämpöön vieläpä epätavallisen kylmissä olosuhteissa.

Jos monitori 66 havaitsee virheen sen jälkeen, kun käynnistysjakso on lopussa, tulee signaali puolalle 107, joka on kytketty piirikatkaisimeen 63 sen avaamiseksi, jolloin tehon toimitus laitteeseen estyy. Huomattakoon, että keksinnön mukaisessa laitteessa voidaan piirikatkaisinta 63 käyttää kolmella tavalla, nimittäin 1) käyttäjän käsin, 2) sähköisesti puolalla 107 ja 3) oikosululla tai maadoitusvirheellä laitteessa tai lämpöelementeissä, joka aiheuttaa katkaisemisen syntyneen ylikuormituksen seurauksena.

Lämpöelementit 40 ja 41, jotka edullisesti ovat 350 watin levytyyppielementit, on edullisesti kytketty sarjaan niin, että jos toinen elementti vioittuu, lakkaa toinenkin toimimasta.

Jotta aikaansaataisiin valvonta- ja monitoripiirin kunnollinen tarkastus, kuuluu verenlämmittimeen edullisesti katkaisimen kokeilulaite, joka käynnistetään kotelon 11 takaseinässä olevalla napilla 38. Kun sitä painetaan kahden minuutin kuluttua laitteen käynnistämisestä tapahtuu, että optiseen eristimeen 85 tulee jatkuva signaali ja samalla myös lämpöelementtikytkimeen 62. Tämä aiheuttaa sen, että lämpöelementeille 40 ja 41 jatkuvasti tulee virtaa, ja jos toimintamonitori 66 toimii, kehittyy ohjaussignaali noin 3 sekunnin kuluttua, joka signaali laukaisee piirikatkaisimen 63 ja aiheuttaa sen, että virtaa ei laitteeseen tule.

Jotta aikaansaataisiin sopiva hälytyspiirin kokeilu, on laitteessa hälytyksen kokeilulaite, joka käynnistetään kotelon 11 takaseinässä olevalla napilla 39. Tämä aiheuttaa, kun sitä käytetään, että lämpöelementteihin tulee jatkuvasti virtaa, kun toimintamonitori samanaikaisesti lakkaa toimimasta. Piirikatkaisin 63 laukaistaan nyt, ja lämpöelementeille tulee jatkuvasti energiaa niiden lämmön lisäämiseksi, kunnes lämpö menee yli ylimmän rajalämmön, joka on vertailulaitteessa 102. Sillä hetkellä lukittuu differentiaalivahvistin 100 aktiivitilaansa, jolloin se tuottaa ulostulosignaalin, joka aktivoi hälyttimen 104 ja sulkee OG-portin 84 niin, että teho eristetään lämpöelementeistä. Keksinnön mukaiseen verenlämmittimeen kuuluu siis laitteet sen sisäisen toiminnan koestamiseksi ja sen varmistamiseksi, että lämpöelementtien ohjauspiirin virhe ei aiheuta sitä, että saadaan verta, jonka lämpö on haluttujen rajojen ulkopuolella.

Jotta varmistuttaisiin laitteen 18 ilmoittaman lämpötilan oikeudesta ja saataisiin aikaan riippumaton lämpöelementtitoimintakontrolli, voi lämmittimeen kuulua lämpömittausyksikkö 110, joka on järjestetty laitteen lämmitinkammioon 24. Tässä viitataan kuvioon 11, jossa on lämpömittarinrunko 111 sekä lämpömittari 112. Runko 111 on edullisesti suorakaiteen muotoinen poikkileikkaukseltaan ja kiilamainen yhtyäkseen tiivistä seinämiin 22 ja 23, kun runko on asetettu lämmityskammioon 24 ja luukku hieman auki, kuten kuviosta 12 näkyy. Käytännössä tämä tehdään niin, että lämmitin on kaadettu takasivulleen niin, että lämpömittarinrunko 111 ja lämpömittari 112 pysyvät asennossaan. Laippa 113 lämpömittarinrungon 111 päässä helpottaa sen asettamista oikein lämmityskammioon ja aukko 114 on järjestetty lämpömittaria 112 varten, joka voi olla standardityyppinen.

Jotta lämpömittarinrunko saatettaisiin valinnaisesti mittaamaan seinämän 22 tai seinämän 23 lämpöä, on se varustettu toiselta sivultaan lämpöeristekerroksella 115. Kuten kuvio 13A näkyy, mittaa lämpömittari 112 lämpöä luukun 20 pinnalta 22, kun eristepinta on vasten levyä 23, jotavastoin mittari 112 mittaa lämpöä kotelon 11 pinnalta 23, kun eristekerros on vasten pintaa 22 (kuvio 13B).

Keksinnön mukainen verenlämmitin on yksikkö, joka on helppo kuljettaa sekä mukava käyttää veren ja muiden parentaalisten nesteiden saattamiseksi potilaaseen. Laite toimii täysin automaattisesti ja vaatii vain, että käyttäjä asettaa verenlämmityspussin laitteineen lämmittimeen, tekee tarpeelliset varmistuskokeilut todetakseen, että laitteen valvonta- eli monitoriyksikkö toimii, ja sen jälkeen voidaan ryhtyä varsinaiseen toimintaan. Koska keksinnön mukainen laite on kuiva lämmityssysteemi, joka on tarkoitettu käytettäväksi verenlämmittinpussin ja verensiirtolaitteiston kanssa, ei työläitä ja aikaavieviä puhdistuksia tarvita. Veri, jonka keksinnön mukainen laite toimittaa, pidetään tyypillisesti lämpötiloissa $30 - 37^{\circ}\text{C}$, kun taas läpivirtaus vaihtelee $0 - 150 \text{ ml/min}$.

Vaikkakin keksinnön mukainen laite on erityisen sopiva veren lämmitykseen, voidaan sitä käyttää muissakin yhteyksissä, joissa vaaditaan hyvin tasaista nesteen lämpöä laajojen virtausmäärävaihteluiden puitteissa. Yllä olevat nimelliset käyttölämpötilat ja ajanjaksot on annettu vain esimerkkeinä verta lämmitettäessä, ja niitä voidaan muuttaa muissa käyttöyhteyksissä.

Patenttivaatimukset

1. Laite nesteen, kuten veren, lämmittämiseksi ennalta määrättyyn nimellislämpöön sen ruiskuttamiseksi määrinä, joiden virtaus vaihtelee ennalta määrätyissä, oleellisesti suurissa puitteissa, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu
 - kotelo, joka rajoittaa nesteen lämmityskammion laitteen sisälle ja jolla nesteellä on tulo- ja lähtölämpötila lämmityskammiossa,
 - vähintään yksi lämmityselementti, joka saatetaan toimimaan ohjaamalla siihen sähkövirta ja joka on termisessä yhteydessä lämmityskammiossa olevan nesteen kanssa sen lämmittämiseksi, kun se kulkee laitteen lävitse,
 - ohjauspiiri, joka reagoi nesteen tulo- ja lähtölämpötiloihin lämpöelementin ohjainsignaalin aikaansaamiseksi, joka riippuu sekä tulolämpötilasta että nesteen virtausmäärästä ja virtausnopeudesta, ja
 - ^{a/}kytkäisempiiri, joka on sähköisesti kytketty lämpöelementin ja virtalähteen väliin ja jota ohjaa mainittu lämpöelementin ohjaussignaali virran ohjaamiseksi lämpöelementtiin pitääkseen nesteen ennalta määrätyssä nimellislämmössä nesteen virtausmäärän vaihteluista tai virtausnopeudesta riippumatta.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu ohjauspiiri aikaansaa toistuvan päälle-pois-toiminnan lämmityselementissä riippuen nesteen tulolämmöstä ja lämpöeroista laitteessa.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittuun ohjauspiiriin kuuluu ensimmäinen lämpötunnistin havainnoimaan nesteen tulolämpöä ja aikaansaamaan ensimmäinen ulostulosignaali, joka edustaa sitä lämpötilaa sekä tunnistin nesteen poistumislämmön havainnoimiseksi ja toisen ulostulosignaalin aikaansaamiseksi, joka edustaa puolestääntätä lämpötilaa; vielä ohjauspiiriin kuuluu differentiaalivahvistinlaite, joka aikaansaa differenssisignaalin mainituista ensimmäisestä ja toisesta ulostulosignaalista, joka differenssisignaali edustaa mainittujen tulo- ja lähtölämpötilojen eroa.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittuun ohjauspiiriin edelleen kuuluu ramppigeneraattori toistuvan ramppijännitetoiminnan aikaansaamiseksi käyrällä, joka

vaihtelee käänteisesti mainittuun differenssisignaaliin nähden, sekä jännitteiden liitäntälaite ramppitoiminnan yhdistämiseksi mainittuun toiseen lämpötilaa edustavaan tulosignaaliin lämpöelementin ohjaussignaalin aikaansaamiseksi, joka aikaansaa päälle-pois-toiminnan mainitusta alkulämpötilasta ja lämpöerosta riippuen.

5. Patenttivaatimuksen 2, 3 tai 4 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu toimintamonitoripiiri hälytystilan laukaistumiseksi, kun virta ohjataan mainittuun lämpöelementtiin edeltä määrättyä aikana, joka on pitempi kuin mainitun toiminnan nimellisaika.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että toimintamonitoripiiriin kuuluu virtauksen koetin valvomaan virran kulkua lämpöelementtiin aikaansaamatta tällöin suoraa sähköistä yhteyttä.

7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu piiri mainitun toimintamonitorin toiminnan lakkauttamiseksi tietyn ennalta määrätyn ajanjakson kuluttua laitteen käynnistämisestä.

8. Yhden tai useamman patenttivaatimuksen 1 - 7 laite, t u n n e t t u siitä, että mainittua lämpöelementtiä voi käyttää siihen ohjattu vaihtovirta ja että mainittu katkaisinpiiri yhdistää virran lämpöelementtiin vain vaihtovirran nollakohdassa.

9. Patenttivaatimusten 1 - 8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämpöelementtiä käyttää vaihtovirta ja että mainitun ohjainpiirin ulostulo on optisesti kytketty mainittuun kontaktipiiriin niiden välisen sähköisen eristystilan ylläpitämiseksi.

10. Patenttivaatimusten 1 - 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että neste kuljetetaan steriilin virtaussysteemin sisällä kertakäyttöisesti ja mainittuun systeemiin kuuluu lämmityspussi, joka on mitoitettu sopimaan mainittuun lämmityskammioon, että laitteen koteloon kuuluu luukku, josta lämmityskammioon pääsee ja jossa on lukkolaitteisto sen sulkemiseksi silloin, kun lämmityspussi on kammiossa ja että hälytyslaitteisto on asennettu hälyttämään, kun mainittua lukkolaitetta yritetään avata laitetta käytettäessä.

11. Patenttivaatimusten 1 - 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu neste kuljetetaan steriilissä virtaussysteemissä kerta-käyttöön, johon systeemiin kuuluu oleellisesti litteä lämmityspussi, joka on mitoitettu sopimaan mainittuun lämmityskammioon ja että laitteeseen kuuluu kaksi lämpöelementtiä, jotka on järjestetty lämmityspussin vastakkaisille sivuille ja kytketty sähköisesti sarjaan.

12. Patenttivaatimusten 1 - 11 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämpötilan valvontapiiri on järjestetty reagoimaan nesteen poistolämpötilaan aikaansaamaan hälytys, kun tämä poistolämpötila nousee yli tai laskee alle ennalta määrätystä alueelta.

13. Laite kylmän nesteen, kuten veren lämmittämiseksi ennalta määrättyyn nimellislämpötilaan, jolloin neste virtaa kertakäyttöisen virtaussysteemin läpi, johon kuuluu lämmityspussi, jonka nestevirtausmäärä tai -nopeus voivat vaihdella ennalta määrättyissä oleellisen suurissa puitteissa, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu - kotelo, joka rajoittaa laitteen sisäisen lämmityskammion verenlämmityspussin vastaanottamiseksi, - vähintään yksi sähköinen lämpöelementti, jota voidaan käyttää siihen ohjatulla sähkövirralla nesteen lämmittämiseksi, kun se kulkee lämmityspussin kautta, - ohjauspiiri, joka reagoi nesteen tulo- ja lähtölämpötiloihin ja joka aikaansaa lämpöelementin ohjaussignaalin päälle-pois-toiminnallaan, joka riippuu sekä nesteen poistumislämmöstä että sen tulo- ja poistolämpötilojen välisestä eroista, ja -kytkentäpiiri, joka on sähköisesti kytketty lämpöelementtien ja virtalähteen väliin ja joka reagoi mainittuun lämpöelementin ohjaussignaaliin virran ohjaamiseksi pitämään nesteen poistumislämpö oleellisesti vakioisesti mainitussa ennalta määrättyssä nimellislämpötilassa riippumatta nestevirtauksen määrän tai sen nopeuden vaihteluista.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittuun ohjauspiiriin kuuluu ensimmäinen lämpötilatunnistin nesteen alkulämmön tunnustelemiseksi ja ensimmäisen ulostulosignaalin aikaansaamiseksi, joka edustaa mainittua lämpötilaa, toinen lämpötilatunnistin tunnustelemaan nesteen poistumislämpötilaa ja edustamaan sitä, sekä differentiaalivahvistinlaite, joka kehittää mainituis-

ta ensimmäisestä ja toisesta ulostulosignaalista differenssisignaaliin, joka edustaa alku- ja poistumislämpötilojen välistä eroa.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittuun ohjauspiiriin edelleen kuuluu ramppigeneraattori aikaansaam-an toistuvan ramppijännitystoiminnan käyrällä, joka vaihtelee käänteisesti mainittuun differenssisignaaliin, sekä jännityksen yhdistämislaite yhdistämään mainitun ramppitoiminnan mainitun toisen lämpötilaa edustavan ulostulosignaalin kanssa lämpöelementin ohjaussignaalin aikaansaamiseksi, joka aikaansaa päälle-pois-toiminnan, joka riippuu mainitusta poistumalämpötilasta ja mainitusta lämpötilaerosta.

16. Patenttivaatimuksen 13, 14 tai 15 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että toimintamonitoripiiri hälytyksen saamiseksi silloin, kun virtaa tulee lämpöelementtiin ennalta määrätyn ajan, joka on suurempi kuin mainitun toiminnan nimellisaika.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että toimintamonitoripiiriin kuuluu virrankoetan valvomaan virran kulkua lämpöelementtiin aikaansaamatta suoraa sähköistä yhteyttä.

18. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu piiri mainitun toimintamonitorin toiminnan lakkauttamiseksi tietyksi aikaa laitteen käyhnistämisestä.

19. Yhden tai useamman patenttivaatimuksen 13 - 18 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämpöelementtiä voidaan käyttää vaihtovirralla ja että mainittu kytkinpiiri yhdistää virran lämpöelementtiin vain vaihtovirran nollahetkenä.

20. Patenttivaatimusten 13 - 19 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämpöelementtiä voidaan käyttää vaihtovirralla ja että mainitun ohjauspiirin ulostulo on optisesti kytketty mainittuun kytkinpiiriin sähköisen eristyksen aikaansaamiseksi niiden välille.

21. Patenttivaatimusten 13 - 20 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laitteen koteloon kuuluu luukku, josta pääsee lämmityskammioon ja jossa on lukkolaite sen lukitsemiseksi kiinni, kun mainittu lämmityspussi on kammiossa ja että on järjestetty hälytys-

laite, joka antaa hälytyksen, kun lukkolaitetta käytetään sen avaimiseksi laitteen käytön aikana.

22. Patenttivaatimusten 13 - 21 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämmityspussi on litteä ja mitoitettu sopimaan lämmityskammioon ja että laitteeseen kuuluu kaksi lämmitinelementtiä, jotka on asetettu lämmityspussin kummallekin sivulle ja kytketty sähköisesti sarjaan.

23. Patenttivaatimusten 13 - 22 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu lämpötilanvalvontapiiri, joka reagoi nesteen poistumalämpöön aikaansaamaan hälytyksen, kun poistumislämpö kohoaa yli tai laskee alle ennalta määrätyn alueen.

24. Laite kylmän nesteen, kuten veren lämmittämiseksi ennalta määrättyyn nimellislämpöön, kun neste virtaa kertakäyttöisen virtaussysteemin lävitse, johon kuuluu lämmitinpussi, jonka nestevirtamäärä tai läpivirtausnopeus voi vaihdella ennalta määrättyissä oleellisen laajoissa puitteissa, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu

- kotelo, joka rajoittaa laitteen sisälle lämmityskammion verenlämmityspussin vastaanottamiseksi,
- vähintään yksi sähköinen lämpöelementti, jota käyttää sähkövirta ja joka on termisessä yhteydessä lämmityspussin kanssa, kun se on asetettu lämmityskammioon, nesteen lämmittämiseksi sen virratessa lämmityspussin lävitse,
- ensimmäinen lämpötilatunnistin tunnustelemaan nesteen alkulämpöä lämmityspussiin ja kehittämään ensimmäinen ulostulosignaali, joka edustaa alkulämpötilaa,
- toinen lämpötilatunnistin tunnustelemaan nesteen poistumislämpötilaa ja kehittämään toinen ulostulosignaali, joka edustaa poistumislämpötilaa,
- differentiaalivahvistinlaite, joka kehittää differenssisignaalin ensimmäisestä ja toisesta ulostulosignaalista, joka differenssisignaali edustaa alku- ja poistumislämpötilojen eroa,
- ramppigeneraattori aikaansaamaan ramppijännitetoiminnan, jonka käyrä vaihtelee käänteisesti differenssisignaaliin nähden,

- jännitteiden yhdistämislaite yhdistämään mainittu ramppijännite-toiminta mainitun toisen lämpötilaa edustavan lähtösignaalin kanssa ja aikaansaamaan lämpöelementin ohjaussignaali, joka lämpötila vaihtelee sekä nesteen poistumalämpötilan että nesteen alku- ja poistumalämpötilan välisen eron funktiona, ja
- kytkentäpiiri, joka on sähköisesti kytketty lämpöelementin ja virtalähteen väliin ja joka reagoi mainittuun lämpöelementin ohjaussignaaliin ohjatakseen virtaa lämpöelementtiin tämän ohjaussignaalin mukaisesti pitääkseen nesteen poistumislämpötilaa oleellisesti vakiona ennalta määrättyssä nimellislämpötilassa riippumatta nesteen virtausmäärästä tai sen läpivirtausnopeudesta.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu toimintamonitoripiiri aikaansaamaan hälytys, kun virrantoimitus lämpöelementteihin kestää ennalta määrätyn ajan, joka on pitempi kuin mainitun toiminnan nimellisaika.

26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittuun toimintamonitoripiiriin kuuluu virrankoetin, joka valvoo virran kulkua mainittuun lämpöelementtiin olematta siihen suorassa sähköisessä yhteydessä.

27. Patenttivaatimuksen 25 tai 26 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu piiri toimintamonitorin toiminnan lopettamiseksi ennalta määräytyksi ajaksi laitteen käynnistämisestä.

Patentkrav

1. Anordning för värmning av vätska, såsom blod upp till förebestämd nomineltemperatur för att spruta den i mängder, vilkas strämning växlar i förebestämd, väsentligt stor vidd, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar
 - ett fodral, som begränsar en uppvärmningskammare för vätska i anordningen och vilken vätska har inkomst- och avgångstemperatur i uppvärmningskammaren,
 - åtminstone ett uppvärmningselement, som bringas att fungera genom att styra elektrisk ström in i det och som är termiskt förenat med vätskan i uppvärmningskammaren för att värma den medan den går genom anordningen,
 - styrkrets, som reagerar vid vätskans inkomst- och utgångstemperaturer för att åstadkomma värmeelementets styrsignal, som är beroende på både inkomsttemperaturen och vätskans strömningsmängden och strömningshastigheten, och
 - brytningskrets, som är elektriskt kopplad mellan värmeelementet och strömkällan och som styrs av den nämnda styrsignalen av värmeelementet för att styra strömmen in i värmeelementet för att hålla vätskan vid dess förebestämda nominaltemperatur oberoende av vätskans strömningsmängds variationer eller av strömningshastigheten.
2. Anordningen enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda styrkretsen åstadkommer upprepade på- av- reaktion i värmeelementet beroende av vätskans inkomsttemperatur och temperatursskillnader i anordningen.
3. Anordningen enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda styrkretsen uppvisar en först värmekännare för att känna vätskans inkomstvärme och för att åstadkomma en först utgångssignal, som företräder den temperaturen samt en kännare för att konstatera vätskans utgångstemperatur och för att åstadkomma en annan utgångssignal, som på sin tur företräder denna temperatur; vidare uppvisar styrkretsen en differentialförstärkareanordning, som åstadkommer en differenssignal från de nämnda första och andra utgångssignal, vilken differenssignal företräder skillnaden av de nämnda inkomst- och utgångstemperaturerna.
4. Anordningen enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda styrkretsen vidare uppvisar en rampgenerator för att åstadkomma en upprepande rampspänningsfunktion på kurvan, som varierar omvänd med avseende på den nämnda differenssignalen, samt en kopplingsanordning för spänningar med den nämnda spänningen företrädande

inkomstssignalen för att åstadkomma styrsignalen för värmeelementet, vilken åstadkommer på- avfunktionen beroande av den nämnda start-temperaturen och temperatursskilnaden.

5. Anordningen enligt patentkraven 2, 3 eller 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar en funktionsmonitorkrets för att avlossna alarmkretsen medan strömmen styrs i det nämnda värmeelementet under förebestämd tid, som är längre än nominaltiden för den nämnda funktion.

6. Anordningen enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att funktionsmonitorkretsen uppvisar strömkännaren för kontrollering av strömgång in i värmeelementet utan att åstadkomma härmed en rak elektrisk kopplin.

7. Anordningen enligt patentkraven 5 eller 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar en krets för att slute funktionen av den nämnda funktionskretsen efter en viss förebestämd period efter anordningens start.

8. Anordningen enligt ett eller flera av patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k n a d därav, att det nämnda värmeelementet kan drivas av in i den styrd växelström och att den nämnda brytarekretsen kopplar strömmen med värmeelementet bara vid växelströms nollpunkt.

9. Anordningen enligt patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a d därav, att värmeelementet drivas av växelström och att utgången av den nämnda styrkretsen är optiskt kopplat med den nämnda kontaktkretsen för att uppehålla det elektriska isolationsförhållandet mellan dem.

10. Anordningen enligt patentkraven 1-9, k ä n n e t e c k n a d därav, att vätskan transporteras i ett sterilt styrsystem för engångsbruk och att det nämnda systemet uppvisar en uppvärmningsspås, som är mättad att passa i den nämnda uppvärmningskammaren, att anordningens fodral uppvisar ett lock, varigenom uppvärmningskammaren kan nås och som uppvisar låsanordning för att stänga det medan uppvärmningsspåsen är i kammaren och att alarmananordningen är installerad för att ge alarm medan den nämnda låsanordningen försöks att öppna under bruket.

11. Anordningen enligt patentkraven 1-9, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda vätskan transporteras i ett sterilt strömnings-system för engångsbruk, vilket system uppvisar en väsentligt plat

uppvärmingspås, som är mätad att passa i den nämnda uppvärmningskammaren och att anordningen uppvisar två värmelementet, vilka är anordnade på motsatta sidor av uppvärmningspåsen och kopplade elektriskt i serie.

12. Anordningen enligt patentkraven 1-11, k ä n n e t e c k n a d därav, att temperaturens kontrollkrets är anordnad att reageras mot vätskans avlägsningstemperatur för att åstadkomma alarm medan denna avlägsningstemperatur går över eller under från ett förebestämt område.

13. Anordning för uppvärmning av kall vätska såsom blod upp till förebestämd nominaltemperatur, varvid vätskan strömmar genom strömningssystemet för engångsbruk, som uppvisar uppvärmningspås, vars vätskeströmningsmängd eller -hastighet kan variera i förebestämde väsentligt stora gränser, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar

- ett fodral, som begränsar en inre uppvärmningskammare för anordningen för att motta bloduppvärmningspåsen,
- åtminstone ett elektriskt värmeelement, som kan användas medels i det styrd elektrisk ström för att uppvärma vätskan medan den går genom uppvärmningspåsen,
- en styrkrets, som reagerar mot vätskans inkomst- och utgångstemperaturer och som åstadkommer värmeelementets styrsignals medels sin på- av-funktion, som beror både av vätskans utgångsvärme och av skillnaden mellan dess inkomst- och utgångstemperaturer, och
- en kopplingskrets, som är elektriskt kopplad mellan värmeelementen och strömkällan och som reagerar mot den nämnda styrsignalen av värmeelementet för att styra ström för att hålla vätskans utgångstemperatur vid väsentligt konstant förebestämd nominaltemperatur oberoende av variationer i vätskeströmmens mängd eller dess hastighet.

14. Anordningen enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda styrkretsen uppvisar en först temperaturkännare för att känna vätskans starttemperatur och för att åstadkomma en först utgångssignal, som representerar den nämnda temperaturen, en annan temperaturkännare för att känna vätskans utgångstemperatur och för att företräda den, samt en differentialförstärkningsanordning, som alstrar från de nämnda första och andra utgångssignalerna en differenssignal, som representerar skillnaden mellan start- och utgångstemperaturerna.

15. Anordningen enligt patentkravet 14, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda styrkretsen vidare uppvisar en rampgenerator för att åstadkomma repeterande rampspänningsfunktion på kurvan, som

varierar omvänt med avseende på den nämnda differenssignal, samt spänningskopplingsanordning för att koppla den nämnda rampfunktionen med den nämnda utgångssignalen, som representerar temperaturen för att åstadkomma värmeelementets styrsignal, som åstadkommet på- av-funktionen, som beror om den nämnda utgångstemperaturen och om den nämnda temperaturskillnaden.

16. Anordningen enligt patentkraven 13, 14 eller 15, k ä n n e - t e c k n a d därav, att den uppvisar en funktionsmonitorkrets för att åstadkomma alarm då, när ström kommer in i värmeelementet under förebestämd tid, som är större än nominaltiden av den nämnda funktionen.

17. Anordningen enligt patentkravet 16, k ä n n e t e c k n a d därav, att funktionsmonitorkretsen uppvisar strömkännaren för att kontrollera strömgång in i värmeelementet utan att åstadkomma rak elektrisk koppling.

18. Anordningen enligt patentkraven 16 eller 17, k ä n n e t e c k - n a d därav, att den uppvisar en krets för att sluta den nämnda funktionsmonitorens funktion på viss tid efter anordningens startning.

19. Anordningen enligt ett eller flera av patentkraven 13-18, k ä n n e t e c k n a d därav, att värmeelementet kan användas medels växelström och att den nämnda kopplingskretsen kopplar strömmen med värmeelementet bara under växelströms nollpunkt.

20. Anordningen enligt patentkraven 13-19, k ä n n e t e c k n a d därav, att värmeelementet kan användas medels växelström och att utgången av den nämnda styrkretsen är optiskt kopplad med den nämnda kopplingskretsen för att åstadkomma elektrisk isolation mellan dem.

21. Anordningen enligt patentkraven 13-20, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningens fodral uppvisar en lucka, varigenom uppvärmningskammaren kan nås och som uppvisar en låsanordning för att låsa den medan den nämnda uppvärmningspåsen är i kammaren och att det har anordnat en alarmanordning, som ger alarm medan låsanordningen användes för att öppna den under anordningens bruk.

22. Anordningen enligt patentkraven 13-21, k ä n n e t e c k n a d därav, att uppvärmningspåsen är platt och mätad för att passa i uppvärmningskammaren och att anordningen vidare uppvisar två uppvärmnings-element, vilka är placerade på båda sidor av uppvärmningspåsen och kopplade elektriskt i serie.

23. Anordningen enligt patentkraven 13-22, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar temperaturkontrollkretsen, som reagerar mot vätskans utgångstemperatur för att åstadkomma alarm medan utgångstemperaturen går över eller under ett förebestämt område.

24. Anordning för uppvärmning av kall vätska såsom blod upp till förebestämd nominaltemperatur, medan vätskan strömmar genom strömningssystemet för engångsbruk, vilket uppvisar en uppvärmningspåsa, vars vätskeströmmängd eller genomströmningshastighet kan variera förbestämde väsentligt vida gränser, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar

- ett fodral, som begränsar uppvärmningskammaren i anordningen för att motta bloduppvärmningspåsen,
- åtminstone ett elektriskt värmeelement, som drivs av elektrisk ström och som är termiskt kopplat med uppvärmningspåsen, när den är placerad i uppvärmningskammaren, för att uppvärma vätskan medan den strömmar genom uppvärmningspåsen,
- en först temperaturkännare för att känna vätskans starttemperatur i uppvärmningspåsen och för att alstra en först utgångssignal, som representerar starttemperaturen,
- en annan temperaturkännare för att känna vätskans utgångstemperatur och för att alstra en annan utgångssignal, som representerar utgångstemperaturen,
- en differentialförstärkningsanordning, som alstrar en differenssignal av den första och andra utgångssignal, vilken differenssignal representerar skillnaden mellan start- och utgångstemperaturerna,
- en rampgenerator för att åstadkomma rampspänningsfunktion, vars kurva varierar omvänt med avseende på differenssignalen,
- en kopplingsanordning för spänningar för att koppla den nämnda rampspänningsfunktionen med den nämnda andra temperaturen representerande startsignalen och för att åstadkomma styrsignalen för värmeelement, vilken temperatur varierar som funktionen av skillnaden mellan både vätskans utgångstemperatur och vätskans start- och utgångstemperatur, och
- en kopplingskrets, som är elektriskt kopplad mellan värmeelementet och strömkällan och som reagerar mot den nämnda styrsignalen av värmeelement för att styra ström in i värmeelementet enligt denna styrsignal för att hålla vätskans utgångstemperatur väsentligt konstant vid förebestämd nominaltemperatur oberoende av vätskan strömmingsmängd eller dess genomströmningshastighet.

25. Anordningen enligt patentkravet 24, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar en funktionsmonitorkrets för att åstadkomma alarm, när

strömkomst in i värmeelementen tar förebestämd tid, som är längre än nominaltiden av den nämnda funktionen.

26. Anordningen enligt patentkravet 25, k ä n n e t e c k n a d därav, att den nämnda funktionsmonitorkretsen uppvisar en strömkännare, som kontrollerar strömmens gång in i det nämnda värmeelementet utan att vara i rak elektrisk kontakt med det.

27. Anordningen enligt patentkraven 25 eller 26, k ä n n e t e c k n a d därav, att den uppvisar en krets för att sluta funktionsmonitorens funktion för förebestämd tid efter anordningens start.

FIG.1

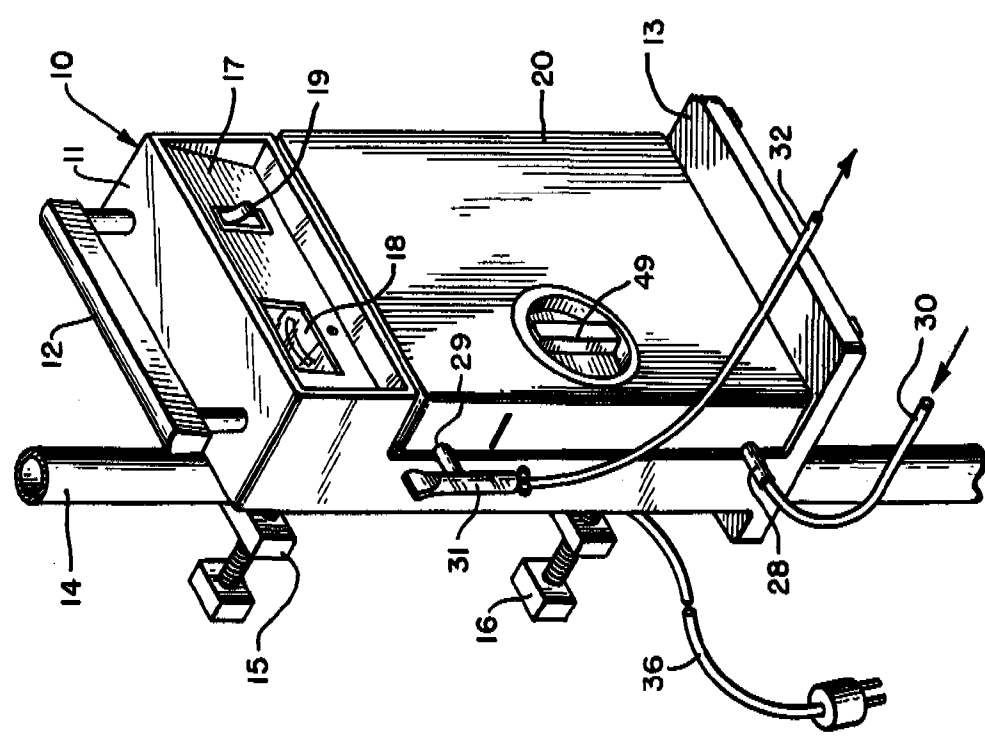


FIG.2

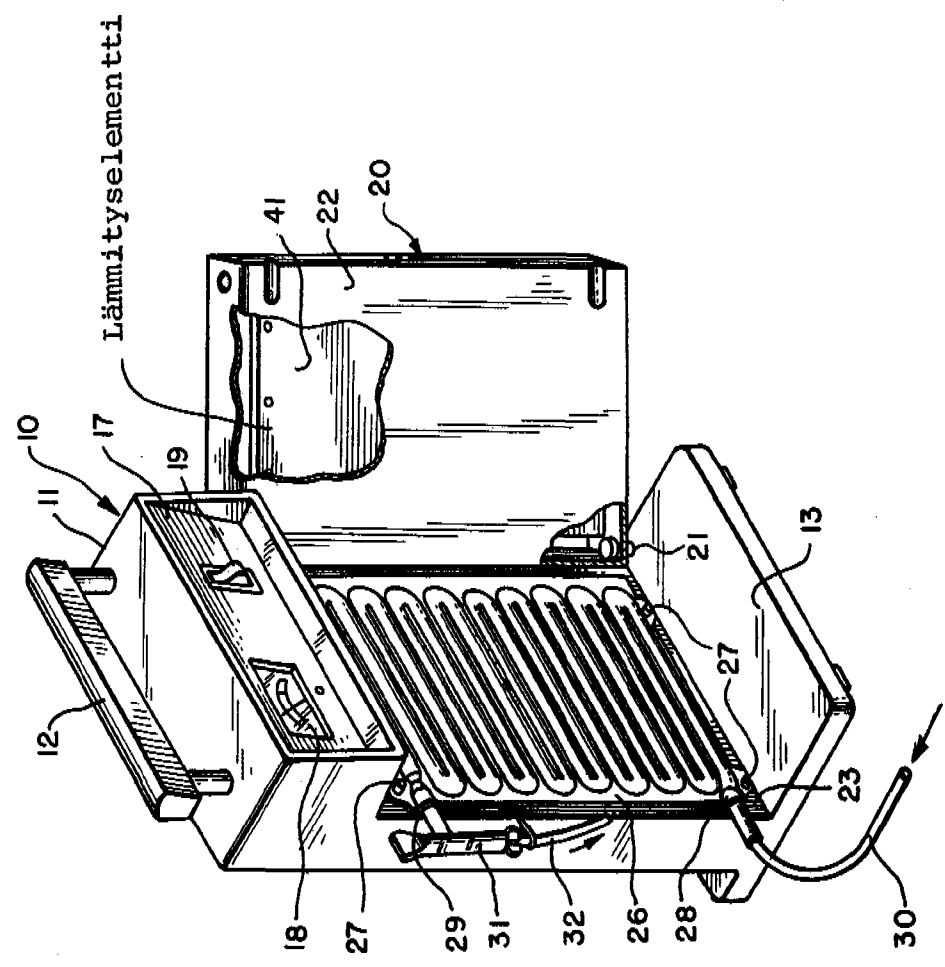


FIG. 3

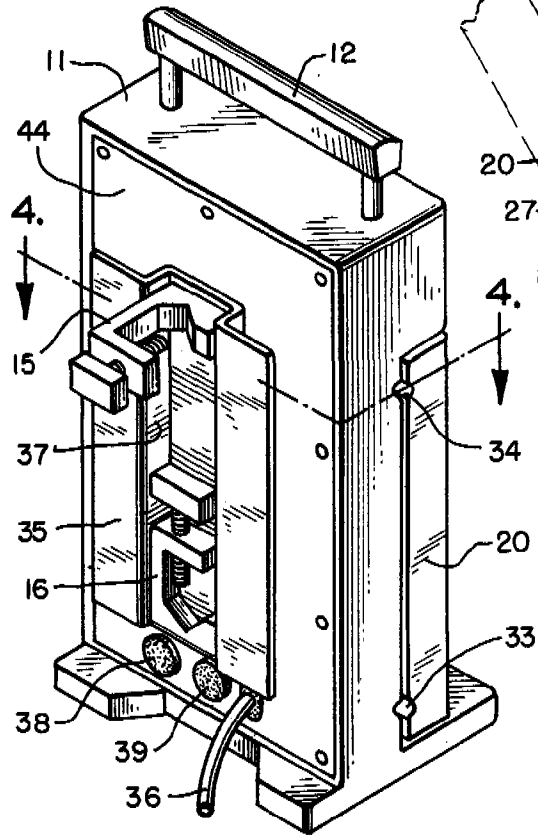


FIG. 4

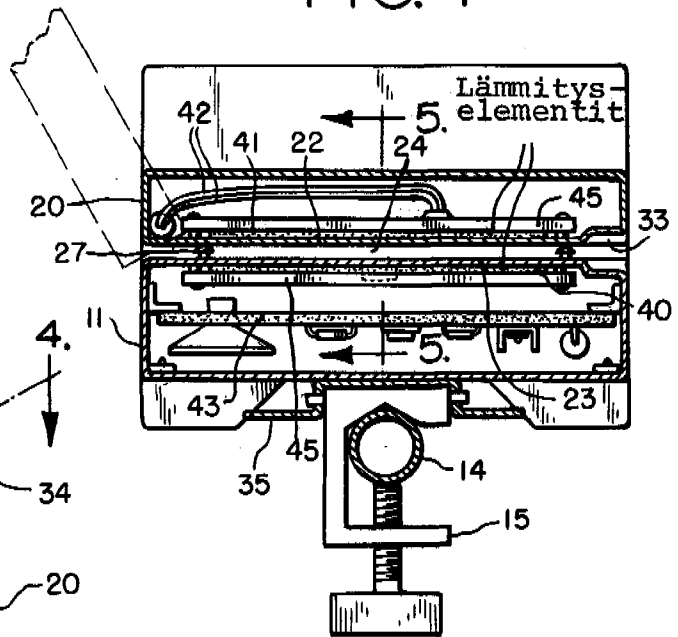


FIG. 5

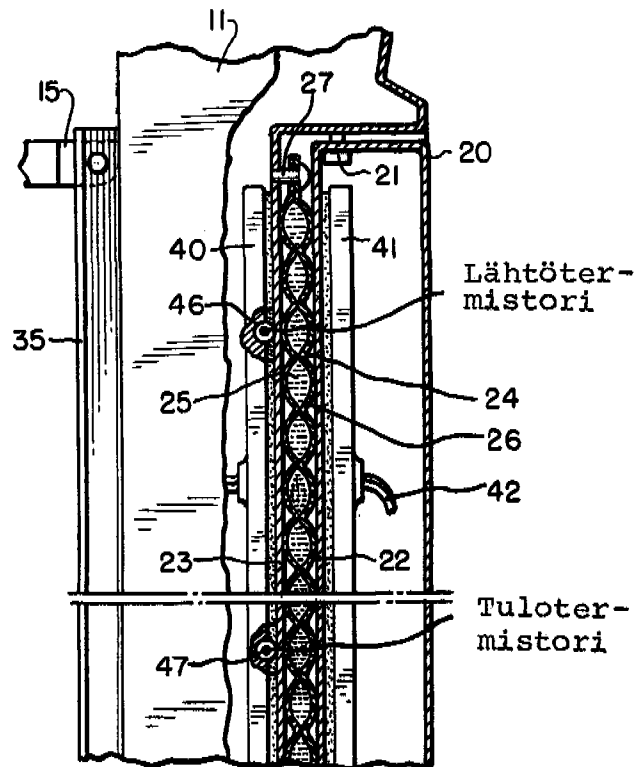
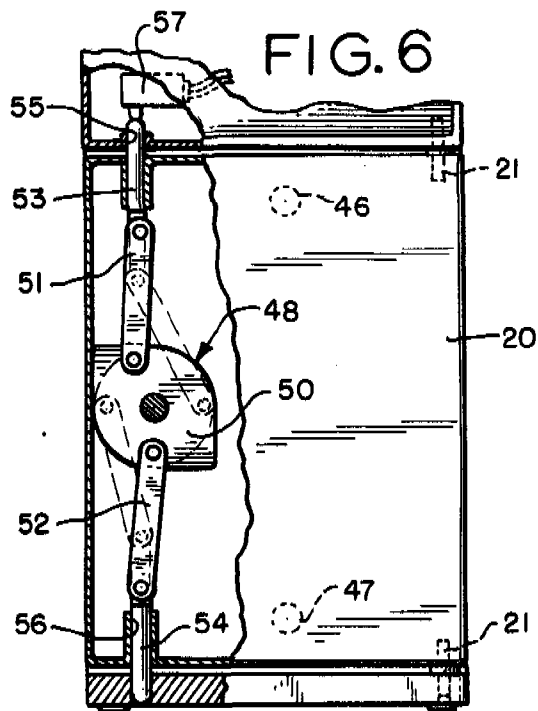
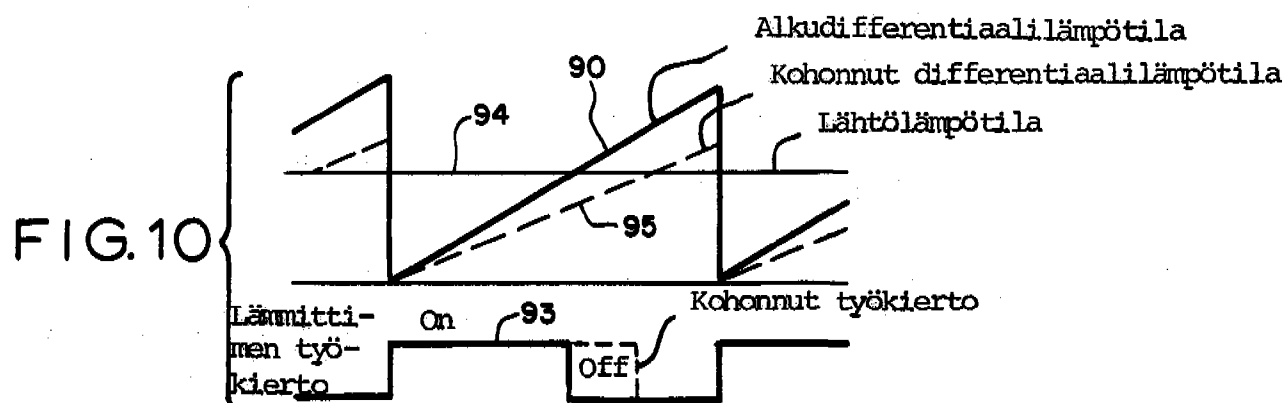
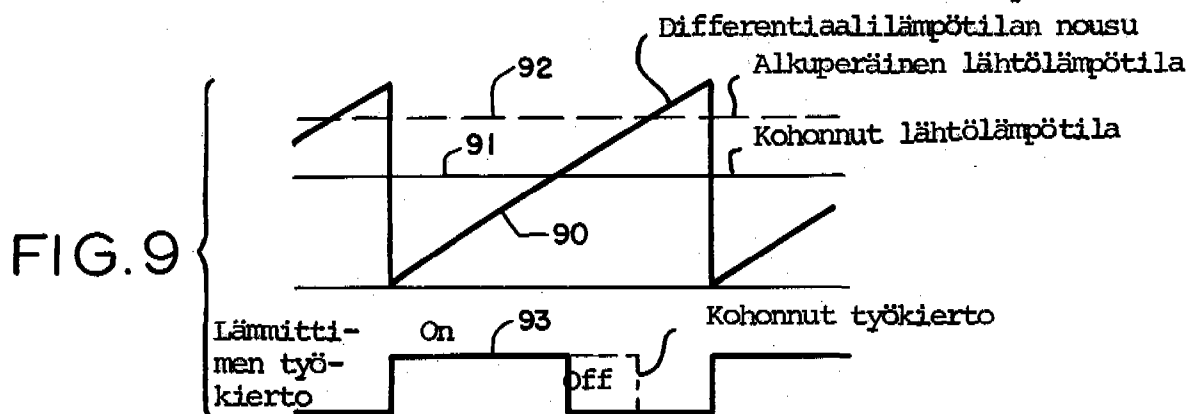
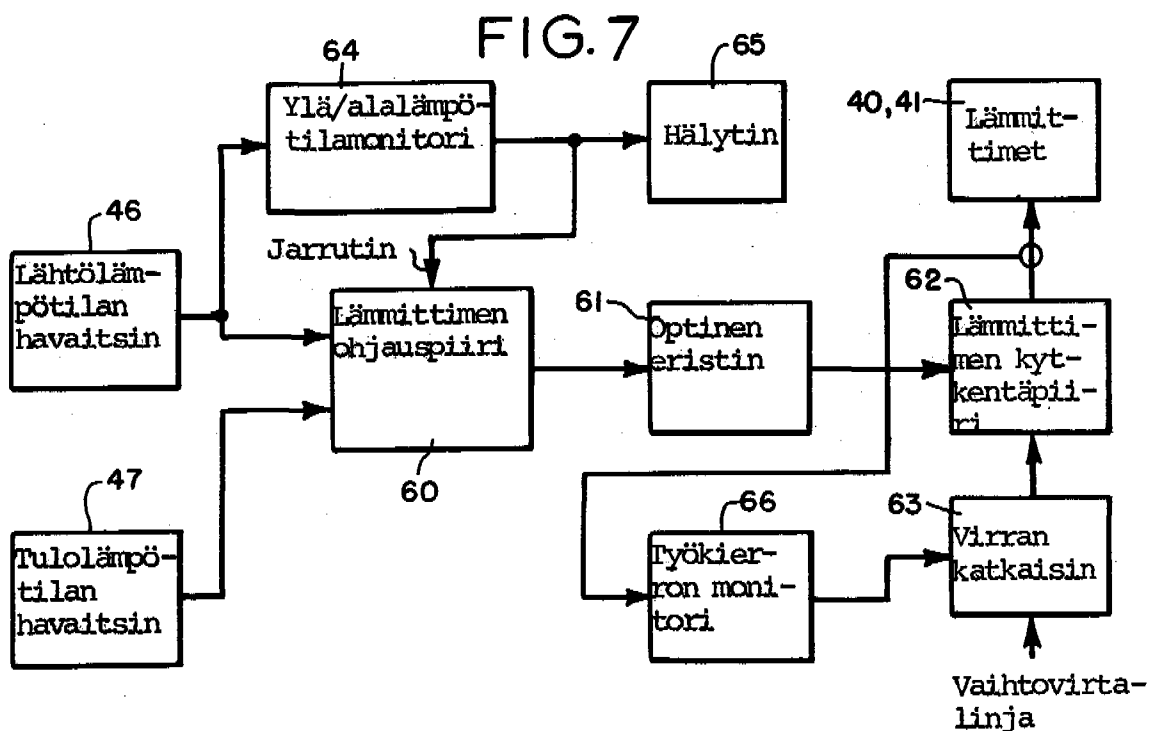
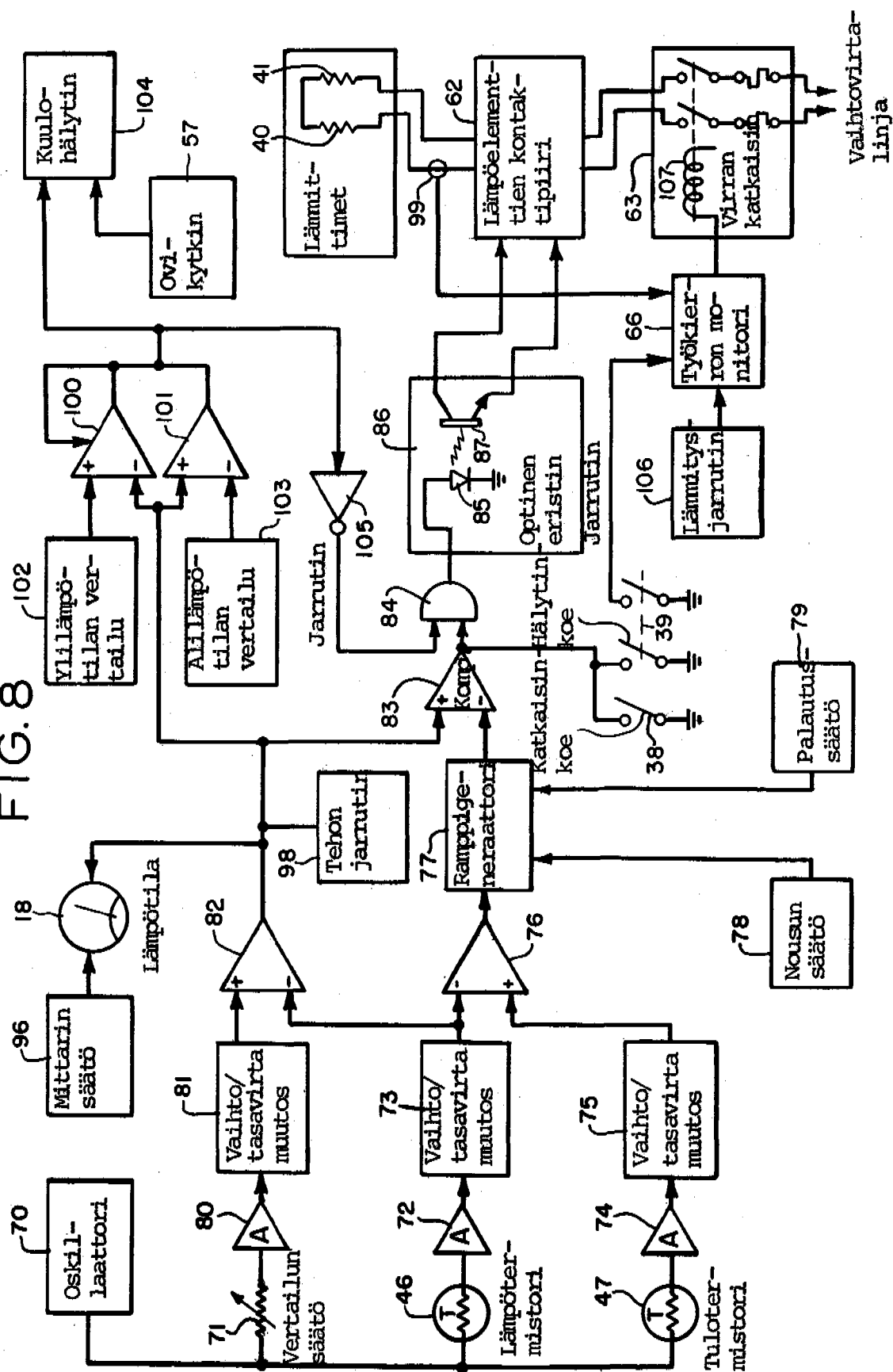
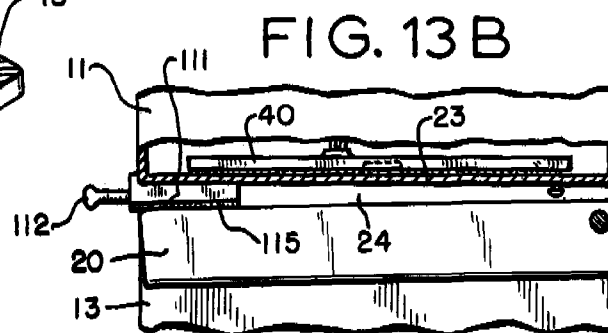
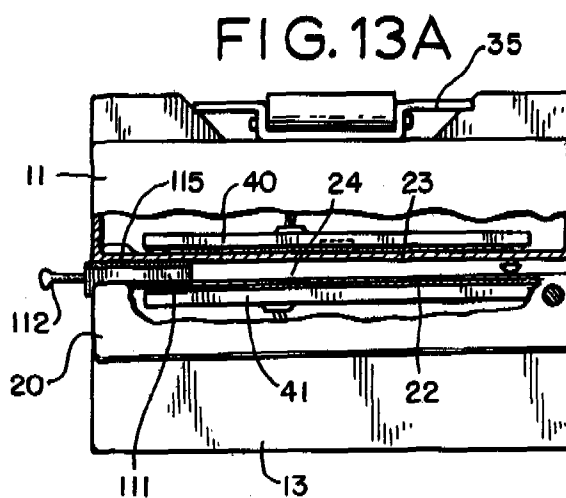
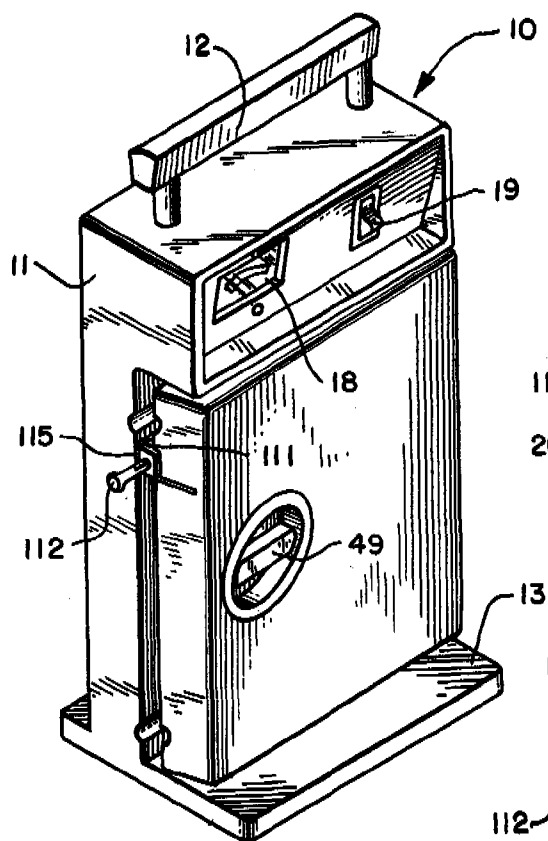
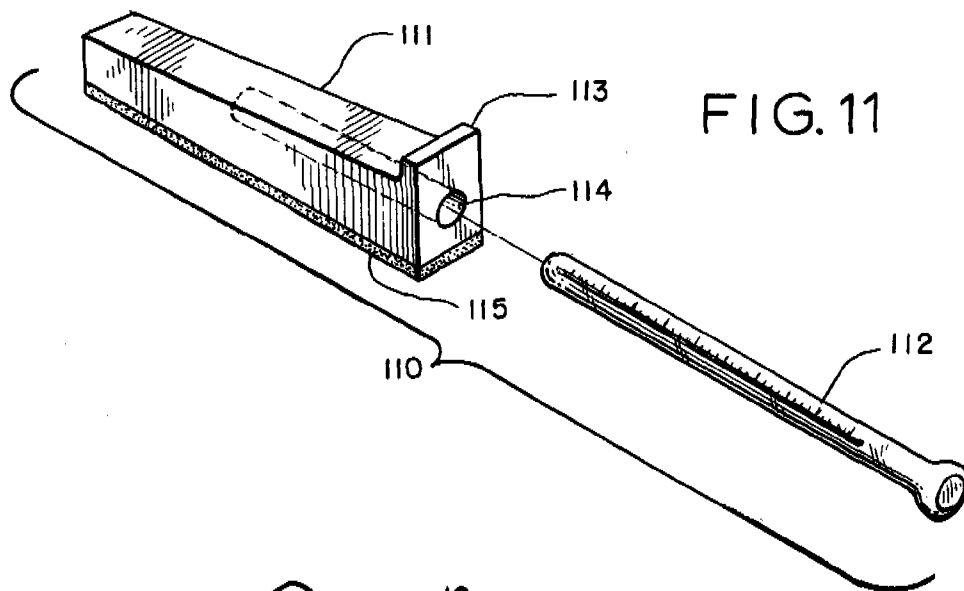


FIG. 6









Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

46. US-P 4167663 v.30 julk.

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

Suomi - Finland _____
Iso-Britannia - Storbritannien _____
Norja - Norge _____
Ranska - Frankrike _____
Ruotsi - Sverige _____
Saksa - BRD - Tyskland _____
Sveitsi - Schweiz _____
Tanska - Danmark _____
USA _____

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Pat. fam. US 4167663 405 B 1/2
GB 1570860 805 D 23/00

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

8/12-83 Aulikki Mäkelä

Allekirjoitus