

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 823285 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **823285**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁴)
A61B 17/36

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **24.09.1982**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **24.09.1982**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **25.03.1983**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

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

24.09.1981 US 305175

24.08.1982 US 409609

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Morris, James Robert, 8914 Wald Road Houston, Tex., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Morris, James Robert, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Boco IP Oy Ab, Itämerenkatu 5, 00180 Helsinki

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

Mikrokirurginen laaseri.

Mikrokirurgisk laser.

Menetelmä kehonosien korjaamiseksi ja tähän tarkoitukseen käyttökelpoinen mikrokirurginen laser

Förfarande för reparation av kroppsdelar och en mikrokirurgisk laser som lämpar sig för detta ändamål

Keksinnön tausta

Keksinnön kohteena on mikrokirurginen laser, joka soveltuu käytettäväksi kirurgisten menetelmien suorittamiseksi, kuten lihan leikkaamiseksi ja irroittamiseksi ja tiehyeiden, kuten verisuonien yhdistämiseksi. Keksinnön kohteena on myös menetelmä irroittuneiden tai revenneiden kehonosien korjaamiseksi.

kirurginen laser
Laserien käyttö kirurgiassa on ollut tunnettua 1960-luvulta alkaen. Eräs ensimmäinen tällainen käyttö oli menetelmä verkkokalvojen kiinnittämiseksi uudelleen. Laserien käyttö tiehyeiden yhdistämiseksi suunniteltiin ensin 1960-luvun keskivälissä. Tällaisen tekniikan kehittäminen on erittäin toivottavaa, koska pienien tiehyekorjausten mikro-ompelutekniikka on aikaa kuluttava ja vaatii verisuonien sulkemista ajanjaksoiksi, jotka ovat turvallista rajaa pitemmät selllaisten elimien kuin aivojen yhteydessä. Ompelutekniikka on lisäksi vaikeaa ja usein mahdotonta suorittaa tiehyeillä, jotka ovat 0,5 mm pienemmät.

Vuoteen 1979 asti laserien ainoa käytännöllinen sovellutus tiehyeitä koskevissa kirurgisissa menetelmissä oli lasersäteen hemostaattisen vaikutuksen käyttäminen hyödyksi. Kokeet, jotka oli suoritettu rottien pienien verisuonien (0,3...1,0 mm) korjauksessa Neodymium-YAG-laseria käyttäen on selitetty julkaisuissa Surgery, volyme 85, sivu 684 (1979) ja Journal of Micro-Surgery, sivu 434 (touko/kesäkuu 1980).

Näitä laserien käyttöön perustuvia yhdistämismenetelmiä ja muita mikrokirurgisia menetelmiä sovellettaessa häittasivat laserien suuri koko ja niiden kyvyttömyys tarkentaa riittävän pienikokoiseen pisteeseen pienien tiehyiden tehokkaan korjauksen suorittamiseksi.

Leikkaushuoneissa nykyään yleisessä käytössä olevat tavanomaiset laserit ovat suuria tilaa vaativia kojeita, jotka lisävarusteina edellyttävät alipainepumppuja, jäähdytysjärjestelmiä ja kaasusylintereitä. Näiden yksikköpainot ovat yli noin 90 kg, joten ne eivät ole helposti siirrettävissä. Itse laser on asennettu lattialla seisovaan yksikköön, ja säde välitetään optisten kuitujen tai nivellevyn varren kautta optiseen laitteeseen, joka mahdollistaa säteen ohjauksen ja tarkennuksen. Tämä laite on asennettu kirurgiseen mikroskooppiin, jonka läpi kirurgi näkee työalueen. Kirurgi ohjaa sädettä käyttämällä ohjauspuikkoa, ja kirurgin on jatkuvasti käytettävä toista kättään lasersäteen ohjaamiseksi ja kohdistamiseksi.

Sen lisäksi, että tällaiset laserit ovat tilaa vaativia ja vaativat lisälaitteistoa, ne eivät kykene muodostamaan polttotasossaan pisteitä, jotka kooltaan ovat pienempiä kuin 500 μm . Kudoksen turmeltumisvyöhyke riippuu pisteen koosta, ja mitä suurempi pisteen koko on sitä laajempaa ja vaikeampaa on kudoksen esiintyvä turmeltuminen. Pisteen koko on erikoisen tärkeää pienien tiehyiden yhdistämisessä, joiden tiehyiden halkaisija on pienempi kuin 1 mm.

Tämän keksinnön mukainen mikrokirurginen laser välttää nämä haitat. Keksinnön mukainen mikrokirurginen laser on pieni, suunnilleen 15 x 15 x 38 cm, sen paino on pieni eli alle noin 5,4 kg, ja se on itsenäinen yksikkö. Ei tarvita alipainepumppuja, jäähdytysjärjestelmiä eikä painekaasusylintereitä. Mikrokirurginen laser on sovitettu asennettavaksi suoraan kirurgisen mikroskoopin yhteyteen.

Mikroprosessorien käytön ansiosta voidaan kirurgin vaatima säteen liike ohjelmoida, ennen kuin varsinainen kirurginen toimenpide suoritetaan, ja sitten toistaa niin, että kirurgin kädet jäävät vapaiksi.

Keksinnön mukaisen laserin kehittämän säteen pisteen koko on pienempi kuin 200 μm . Tämän ansiosta turmeltuu vähemmän kudosta sädetä käytettäessä ja laitetta voidaan käyttää pienempien tiehyiden korjaamiseksi kuin tähän asti on ollut mahdollista. Pisteen pienen koon toinen etu on, että sama tehontiheys voidaan saavuttaa käyttämällä pienempitehoista laseria.

Keksinnön yhteenveto

Keksinnön kohteena on itsenäinen mikrokirurginen laser. Laserissa on kotelo, joka on sovitettu asennettavaksi standardityyppisen kirurgisen mikroskoopin yhteyteen, infrapunaisten lasersäde ja näkyvä lasersäde. Säteen radalla on välineet infrapunaisen lasersäteen katkaisemiseksi ja tämän infrapunaisen lasersäteen polaroimiseksi ja vaimentamiseksi. Säteiden radoilla on sädetä laajentavat välineet. Näkyvän lasersäteen radalle on sijoitettu aaltorintaman korjausvälineet siten, että tämän säteen aaltorintama muuttaa muotoaan niin, että sen polttopiste lankeaa yhteen infrapunaisen lasersäteen polttopisteen kanssa, kun tämä näkyvä lasersäde on kulkenut tarkennuslinssin läpi. Molempien laserien säteen radalla on säteenjakain, joka toimii välineenä näkyvän lasersäteen radan asettamiseksi infrapunaisen lasersäteen radalle. On olemassa välineet infrapunaisen lasersäteen tehon mittaamiseksi. On myös olemassa välineet yhdistettyjen lasersäteiden poikkeuttamiseksi X- ja Y-suunnissa tasossa, joka on kohtisuorassa yhdistettyjä säteitä vastaan, kun nämä lähtevät tarkennuslinssistä. Päätelinssi on olemassa yhdistettyjen lasersäteiden tarkentamiseksi pisteeseen, jonka halkaisija linssin polttotasossa on pienempi kuin 200 μm .

Mikrokirurginen laser soveltuu erikoisen hyvin repeytyneiden tai irroittuneiden kehonosien korjaamiseksi. Korjausmenetelmä perustuu siihen, että kehitetään infrapunainen lasersäde ja sijoitetaan korjattava kehonosa lasersäteen polttotasoon. Molemmat toisiinsa yhdistettävät pinnat saatetaan läheiseen keskinäiseen kosketukseen. Lasersäde tarkennetaan pisteeksi, jonka halkaisija on pienempi kuin 200 μm , ja suunnataan molempien pintojen liitoskohtaan riittävän pitkäksi aikaa korjauksen suorittamiseksi.

Piirustusten lyhyt selitys

Kuvio 1 esittää kaaviollisesti infrapunaisen ja näkyvän lasersäteen ratoja ja eri komponentteja.

Kuvio 2 esittää kirurgista laseria päältä päin.

Kuvio 3 esittää kirurgista laseria sivulta katsottuna.

Kuvio 4 esittää säätöpiiriä lohkokaaaviona.

Yksityiskohtainen selitys

Laserlähteet

Kuvion 1 näyttämällä tavalla on väline infrapunaisen lasersäteen 1 kehittämiseksi asennettu kevyeseen, pääasiallisesti suorakaiteenmuotoiseen koteloon (ei näytetty), jonka koko on noin 15 x 15 x 38 cm. Infrapunaisen lasersäteen edullisena lähteenä on CO₂-aaltojohtolaser, joka lähettää sädettä, jonka aallonpituus on 10,6 μm . CO₂-laserin edullisena pidettynä tehoalueena on noin 5...noin 10 wattia. Kotelo voi olla mitä tahansa kevyttä materiaalia, joka on riittävän lujaa laserin sisäisten komponenttien kannattamiseksi. Niinpä voidaan käyttää alumiinista valmistettua hunajakennorakennetta, joka on sovitettu yhdensuuntaisten levyjen väliin, halutun erittäin pienen painon ja riittävän lujuuden saavuttamiseksi.

Näkyvän lasersäteen kehittävä väline on myös asennettu koteloon yhdensuuntaisena infrapunaisen lasersäteen kanssa. Tämän säteen edullisena pidettynä lähteenä on helium-neon (HeNe)-laser, jonka lähettämän säteen aallonpituus on 632,8 μm . Edullisesti käytetään HeNe-lasereita, joiden lähtötehot ovat rajoissa 2...5 milliwattia.

Infrapunaisen säteen rata

Infrapunaisen laserin 1 lähettämä säde menee elektronisesti ohjatun säteenkatkoimen 7 läpi. Tämän katkoimen avulla voi kirurgi kohdistaa laserin paikalleen ja kokeilla ja/tai ohjelmoida tarvittavat liikkeet infrapunaisen säteen ollessa katkaistuna ja käyttämällä ainoastaan vaaratonta näkyvää sädetä. Säteenkatkoimena on edullisesti yksinkertainen suljinmekanismi, mutta voidaan kuitenkin myös käyttää muita välineitä.

Infrapunainen säde kohtaa läpäistyään katkoimen kiertyvän peilin 9, joka poikkeuttaa säteen 90°. Tällaisten kiertyvien peilien määrä ja asento riippuvat laserin komponenttien muodosta ja konfiguraatiosta. Oheisen kuvion näyttämien peilien ja muiden elementtien asento selitetään tässä hakemuksessa ilman mitään tarkoitusta rajoittaa keksintöä tähän erikoiseen konfiguraatioon. Edullinen peilimateriaali on alumiinisilikatilla pinnoitettu Pyrex-lasi, jossa päällyksenä on kovaa dielektristä materiaalia. Voidaan myös käyttää muita peilejä, kuten hopealla tai kullalla pinnoitettuja Pyrex-peilejä.

Tämän jälkeen säde läpäisee polarointilaitteen 11. Säteen polaroimiseksi käytetään edullisesti Brewster-levyjä. Tämän jälkeen infrapunainen säde läpäisee toisen polarointilaitteen 15, jona tässäkin tapauksessa edullisesti on Brewster-levy. Kiertämällä tätä polarointilaitetta saadaan ensimmäisen polarointilaitteen polaroima säde vaimennetuksi, ja täten voidaan säätää infrapunaisen säteen tehoa. Servomoottorin käyttämä vaihteisto 17 kiertää toista polarointilaitetta kirurgin käyttämien säätimien perusteella.

Läpäistyään toisen polarointilaitteen ja kohdattuaan kiertyvän peilin 19 menee infrapunainen säde säteenlaajentimen 21 läpi, joka saattaa säteen aaltoradan divergoimaan. Säteenlaajentimena on kovero linssi, jonka halkaisija on noin 6,4 mm, ja joka voidaan tehdä sinkki-seleenistä (ZnSe), bariumfluoridista (BaF₂) tai germaniumista (Ge). Tässä käytettyä sanontaa "linssi" on tulkittava sanan laajassa tarkoituksessa, ja se voi tarkoittaa yhtä ainoaa optista komponenttia tai tällaisten koottujen komponenttien yhdistelmää haluttujen tulosten saavuttamiseksi.

Tämän jälkeen infrapunainen säde menee kollimaattorilinssin 23 läpi, joka myös voidaan valmistaa aineista ZnSe, BaF₂ tai Ge, ja jonka halkaisija on noin 12,7 mm. Läpäistyään tämän linssin säde pääasiallisesti ei enää ole divergoiva. Linssin 23 jättävän säteen halkaisija on noin 12,7 mm.

Kohdattuaan toisen kiertyvän peilin 25 infrapunasäde läpäisee säteenjakaimen 27, joka on asetettu siten, että se muodostaa 45° kulman infrapunaisen säteen radan kanssa. Säteenjakain on tehty germaniumista, ja se on pinnoitettu heijastumista 45° kulmassa estävällä kerroksella. Infrapunaisesta säteestä 95 % läpäisee säteenjakaimen. Jäljellä oleva 5 % heijastuu valokennoon 47, joka mittaa infrapunaisen säteen tehon. Mitattu teho näytetään kojeen näyttölaitteissa.

Näkyvän säteen rata

Näkyvää aallonpituutta lähettävän laserin 5 säde kohtaa kahden kiertyvän peilin 49 ja 51, jotka kumpikin on asetettu siten, että ne muodostavat 45° kulman säteen radan kanssa. Tämän jälkeen säde läpäisee säteen laajentimen⁵³, jona on kvartsista eli sulatetusta piidioksidista tehty kovero linssi, joka saattaa säteen divergoimaan. Tämän jälkeen säde läpäisee kollimaattorilinssin 55.

Kollimaattorilinssin jälkeen säde läpäisee aaltorintaman korjausvälineen 57, joka muuttaa näkyvän säteen aaltorintamaa siten, että säteen läpäistyä viimeisen tarkennuslinssin sen polttopiste lankeaa yhteen infrapunaisen säteen polttopisteen kanssa niin, että kirurgi voi täsmällisesti kohdistaa infrapunaisen säteen kohdistamalla näkyvä säde. Kuvion 1 näyttämä aaltorintaman korjausväline koostuu kahdesta kuperasta linsistä, jotka on tehty sulatetusta piidioksidista eli kvartsisista. Tämän jälkeen näkyvä säde kohtaa säteenjakaimen 27, joka on asetettu siten, että se muodostaa 45° kulman näkyvän säteen radan kanssa. Säteenjakain heijastaa 95 % näkyvästä lasersäteestä. Täten heijastunut osa asettuu infrapunaisen säteen radalle.

Yhdistetyt säderadat

Jätettyään säteenjakaimen kohtaavat yhdistetyt säteet kiertävän peilin 29 ja läpäisevät tämän jälkeen säteenlaajentimen 33, jona on kovero ZnSe-linssi, jonka halkaisija on noin 19 mm. Muodostuvat divergoivat yhdistyneet säteet menevät tämän jälkeen kollimaattorin 35 läpi, jona on ZnSe-linssi, jonka halkaisija on noin 38 mm, ja joka saattaa säteet jälleen yhdensuuntaisiksi, jolloin niiden halkaisija on noin 38 mm. Täten säde on saatettu laajenemaan sen alkuperäisestä halkaisijasta noin 1,5 mm. Säteen halkaisijan tämä laajennus mahdollistaa lopullisen tarkennuslinssin huomattavasti nopeamman käyttämisen kuin mikä ennestään on tunnettu. Niinpä oli ennestään tunnettujen kojeiden aukkoluku rajoissa 10...12. Käyttämällä tämän keksinnön mukaisia optisia komponentteja ja järjestelyjä saadaan aukkoluvut rajoihin 3...5.

Kuvion 1 näyttämällä tavalla yhdistetyt säteet tämän jälkeen kohtaavat mekanismit säteiden siirtämiseksi X- ja Y-suunnissa. Mekanismeina käytetään edullisesti galvanometrin pyyhkäisypeilejä, joina ovat peilit 39 ja 43, jotka on tehty berylliumista ja pinnoitettu alumiinisilikaatilla ja kovalla dielektrisellä materiaalilla. Nämä peilit kiertyvät galvanometreistä 41 ja 45 ulkonevien akselien varassa. Materiaalina käytetään edullises-

ti berylliumia sen kevyiden ansiosta niin, että galvanometrit voivat asettaa peilit. Yhden tällaisen peilin avulla voidaan sädettä siirtää X-suunnassa tasossa, joka on kohtisuorassa viimeisestä tarkennuslinssistä tulevien yhdistettyjen säteiden akselia vastaan. Toinen peili mahdollistaa samanlaisen liikkeen Y-suunnassa.

Pyyhkäisevien galvanometripeilien liikettä ja täten lasersäteen kohdistumista säättää kirurgi käyttämällä ohjausvipua, joka on yhdistetty sopivaan piiriin tarvittavan lähtöjännitteen saamiseksi galvanometreille ja halutun liikkeen aikaansaamiseksi. Voidaan käyttää takaisinkytkentäpiirejä jänniteparametrien syöttämiseksi muistipiireihin, minkä ansiosta kirurgi voi ohjelmoida määrätyn liikekuvion käyttämällä ainoastaan näkyvää sädettä ja siten käyttämällä muistipiirejä ja pyyhkäiseviä galvanometripeilejä toistaa tämän tarkan kuvion infrapunaista sädettä käyttäessään. Tämä ominaisuus vapauttaa kirurgin kätet muihin tehtäviin sinä aikana, jolloin infrapunaisten säde on käytössä. Lisäksi voidaan pyyhkäisevien peilien liikettä ohjata jalkakäyttöisellä pallolla.

Lähdettyään toisen galvanometrin pyyhkäisevästä peilistä yhdistetyt säteet läpäisevät viimeisen tarkennuslinssin 37, jona edullisesti on ZnSe-linssi, jonka polttoväli on noin 15...20 cm. Linssi kykenee polttotasossaan kehittämään pisteen, jonka koko on pienempi kuin 200 μm . Keksinnön mukaan voidaan saavuttaa pisteitä, jotka ovat niinkin pieniä kuin 75 μm . Linssi on edullisesti vaihdettavissa siten, että se soveltuu mikroskoopipilinssin polttoväliin. Tarkennuslinssi voidaan asentaa motoroituun siirtoasteeseen tarkennuksen lopullisen säädön helpottamiseksi.

Erään edullisen suoritusmuodon selitys

Kuvioissa 2 ja 3 on näytetty eri komponenttien varsinainen fysikaalinen sovit.

Kuvioissa 2 ja 3 on näytetty CO₂-laser 61 ja HeNe-laser 63. Infrapunaine säde 65 kohtaa kahden kiertävän peilin 67 ja 69. Tämän jälkeen infrapunainen säde kohtaa servomoottorin 73 käyttämän polarointilaitteen 71. Polarointilaitteena on edullisesti lankahila-polarointilaitte, jota valmistaa esim. PTR Optic. Infrapunainen säde kierretään jälleen kahden peilin 75 ja 77 avulla. Tämän jälkeen säde kohtaa radiomittarin ikkunan eli säteenjakaimen 79, joka heijastaa 5 % infrapunaista säteestä radiomittariin 81, joka mittaa infrapunaisten säteiden tehon. Loput 95 % infrapunaista säteestä kohtaa tämän jälkeen suljinmekanismin 83, joka suljettuna mahdollistaa kirurgisen laserin tarkentamisen ja suuntaamisen käyttämällä ainoastaan vaaratonta näkyvää sädetä. Suljimen ollessa suljettuna infrapunainen säde heijastuu säteenvaimentimeen 85, jossa se absorboituu. Tämän jälkeen infrapunainen säde läpäisee 10 X säteenlaajentimen, joka on muodostettu koverosta linssistä 87 ja kuperasta linssistä 89.

Näkyvä lasersäde kohtaa kiertyvän peilin 91, joka suuntaa säteen säteenjakaimen 93, joka sijaitsee laajentimen molempien linssien välisellä infrapunaisten säteiden radalla. Tämä säteenjakain on pinnoitettu germaniumilla siten, että se päästää noin 95 % infrapunaista säteestä lävitseen ja heijastaa näkyvän säteen staproosenttisesti. Heijastunut näkyvä säde tulee tällöin asetetuksi infrapunasäteiden yhteyteen.

Yhdistetyt säteet kohtaavat tämän jälkeen galvanometripeilit 95 ja 97, joita ohjataan yhdistettyjen säteiden X- ja Y-koordinaattien asettamiseksi. Lopuksi yhdistetyt säteet läpäisevät viimeisen tarkennuslinssin 99.

Kuvio 4 esittää lohkokaviona kuvioiden 2 ja 3 esimerkkinä näyttämän kirurgisen laserin säätöpiiriä. CO₂-laserin haluttu teho valitaan tehonasettimena avulla, jossa käytetään potentiometriä lasertehon haluttua lähtötasoa edustavan jännitteen kehittämiseksi. Servopiiri 103 vertaa radiomittarin 81 lähtöä

tähän lähtötasoon ja ohjaa polarointilaitetta 71 moottorin 105 välityksellä, kunnes servotilanne on tyydyttävä. Tehonosoitin 107 näyttää säätöyksikössä kulloinkin vallitsevan tehon.

Suljinta 83 ohjaa sulkimen kytkin 109, joka on yksinapainen kaksiasentoinen kytkin, joka alaspainettuna avaa sulkimen. Ajustus- ja ohjauspiirin 111 avulla valitaan määrätty valotus- eli pulssinpituus, mikä saattaa ohjaimen avaamaan sulkimen halutuksi ajaksi.

Yhdistettyjen lasersäteiden kohdistamista ohjataan ohjausvivun avulla. Ohjausvipu käyttää mekaanisesti potentiometriä 113. Potentiometrin signaali muunnetaan galvanometripeilien fyysikaaliseksi liikkeeksi X- ja Y-galvanometrien ohjauspiirien 115 ja 117 avulla.

X-Y-hienosäätöpiiri 119 ohjaa yhdistettyjen säteiden liikkeen suuruutta polttotasossa ohjausvivun liikeyksikköä kohden. Tarkkaa työtä suoritettaessa tämä piiri mahdollistaa säteen pienen liikkeen vaikka ohjausvipua siirretään suuremman kulman, mikä antaa kirurgille paremman ohjausmahdollisuuden. Lisäksi tätä piiriä käytetään säteen liikkeen estämiseksi kirurgin näkökentän ulkopuolelle siinä tapauksessa, että käytetään voimakasta suurennusta.

Edellä juuri selitettyjen, kirurgisen laserin toimintaa ohjaavien piirien lisäksi on olemassa joukko piirejä kirurgisen laserin turvallisen toiminnan varmistamiseksi siten, että estetään potilaan vahingoittuminen siinä tapauksessa, että jokin säätöpiireistä toimii väärin.

Lukuunottamatta sulkimen vikatoimintaa kaikki vianilmaisupiirit toimivat sulkimen sulkemiseksi siinä tapauksessa, että havaitaan vika. Kohdistamista valvovat piirit 121 ja 125 valvovat X- ja Y-galvanometripeilien liian suurta kulmaliikettä. Tällainen liian suuri kulmaliike voi esiintyä kojeen käynnistysvaiheessa. Jommankumman galvanometripeilin liian suuren kulmaliikkeen tultua ilmaistuksi vianilmaisupiirit 123 ja 127

sulkevat sulkimen tämän sulkimen deaktivoivan piirin 129 välityksellä. On myös mahdollista, että värähtelyjä voi alkaa esiintyä toisessa tai molemmissa galvanometripeileissä tai servomoottoripiirissä 103. Värähtelyjen valvontapiiri 131 ilmaisee tällaiset värähtelyt, ja vianilmaisupiiri 135 toimii sulkimen sulkemiseksi tämän deaktivoivan piirin 129 välityksellä. Lopullinen vianilmaisujärjestelmä, joka toimii sulkimen deaktivoivan piirin välityksellä, on moottorin valvontapiiri 137 ja vianilmaisupiiri 139. Tämä piiri ilmaisee ja osoittaa vian esiintymisen siinä tapauksessa, että moottori ei toimi servopiirin ohjauksen perusteella.

Sulkimen ohjaimen pettäminen tulee ilmaistuksi sulkimen valvontapiirin 141 vaikutuksesta radiomittarista 140 tulevan signaalin perusteella. Ellei suljin sulkeudu asianmukaisesti ilmaisee radiomittari infrapunaisen säteen sen osan, jonka säteenjakain 93 heijastaa. Sulkimen ajatuspulssin pituutta verrataan sulkimen todelliseen aukioloaikaan sulkimen valvontapiirin 141 vaikutuksesta. Siinä tapauksessa, että vertailu osoittaa erotusta, tulee vika ilmaistuksi vianilmaisupiirin 143 vaikutuksesta, ja CO₂-laserin tehonsyöttö katkaistaan CO₂-tehon katkaisupiirin 145 vaikutuksesta.

Kaikki vianilmaisupiirit toimivat vianseurantapiirin 147 kautta, jolloin LED-indikaattori osoittaa vian tapahtuneen. Piiri 149 palauttaa kaikki vianosoitusvalot.

Mikrokirurgisen laserin käyttö

Käytössä kirurgi kohdistaa lasersäteen haluttuun paikkaan käyttämällä ainoastaan näkyvää sädettä, kun taas infrapunainen säde on suljettu pois säteenkatkoimen avulla. Kirurgi ohjaa sädettä käyttämällä ohjausvipua, joka ohjaa pyyhkäiseviä galvanometripeilejä.

Kirurgi voi halutessaan ohjata sädettä pitkin haluttua kuviota käyttämällä ainoastaan näkyvää sädettä. Takaisinsyöttöpiirit syöttävät pyyhkäiseviin galvanometripeileihin kytkettävän

lähtöjännitteen muistipiiriin. Tämän jälkeen kirurgi voi aktiivoida infrapunaisen säteen ja hänen aikaisemman kuvionsa mukainen tarkka liike tulee suoritetuksi niin, että kirurgin kädet jäävät vapaiksi käyttöä varten leikkauskentässä. Tämä tunnusmerkki pienentää apulaisten tarvetta leikkaushuoneessa.

Keksinnön ansiosta kehittyvän pisteen pienen koon ansiosta on tämä piste erikoisen käyttökelpoinen sellaisten tiehyeiden, kuten verisuonien yhdistämisessä, joiden halkaisija on pienempi kuin 1 mm. Ei tunneta sen sitomismekanismin tarkkaa luonnetta, joka aikaansaadaan lasersäteen valotuksella. Samaa menetelmää voidaan soveltaa muitakin kehon elimiä kuin verisuonia korjattaessa. Tällaisista korjattavista elimistä mainittakoon valtimot, laskimot, siemenjohtimet, munanjohtimet, sisälmykset, suolet, hermot, lihakset ja sydämen läpät. Menetelmä selitetään lähemmin katkenneiden pienien tiehyeiden korjausten yhteydessä.

Korjaus suoritetaan saattamalla katkenneen tiehyeen molemmat päät toistensa välittömään läheisyyteen kiinnittimien avulla. Kaksi tai kolme ommelta tehdään tiehyeeseen sen päiden pitämiseksi asianomaisesti suunnattuina. Ompeleet sijoitetaan tavallisesti 120° välein pitkin tiehyeen kehää.

Tiehye sijoitetaan laserin polttotasoon. Tämän jälkeen lasersäde kohdistetaan käyttämällä ainoastaan näkyvää sädettä. Tämän jälkeen infrapunainen säde kytketään käyttöön ennalta määräytyksi ajaksi. Valotusajan pituus on yleensä noin 0,2...0,6 sekuntia, kun infrapunaisen laserin lähtöteho on 50...100 milliwattia. Säde voi olla kiinteä tai voi pyyhkäistä sauman poikitse. Tämän jälkeen tiehyettä kierretään ja käsittely toistetaan. Lasersäteen valotusten määrä riippuu yhdistettävän tiehyeen koosta. Tyypillisesti tarvitaan 2...4 valotusta korjauksen suorittamiseksi loppuun.

Korjauksen tultua suoritetuksi loppuun, ompeleet voidaan poistaa. Tätä tekniikkaa käytettäessä lyhenee aika, joka tarvitaan korjauksen suorittamiseksi noin 2...3 minuuttiin niistä 30...60 minuutista, jotka mikrokirurgiset standardimenetelmät vaativat.

Soveltamalla keksinnön mukaisia korjausmenetelmiä vältetään keksinnön pienikokoisen pisteen ansiosta ongelma, joka aiheutuu tiehyeen kuristumisesta korjausalueella. Tämä kuristuminen johtuu lähellä korjauskohtaa olevan kudoksen lämpökuivumisesta. Tällaisen kuivuneen kudoksen määrä pienenee pisteen koon pienetessä.

Kokeissa, jotka on suoritettu elävien rottien katkaistuilla reisivaltimoilla, on menetelmä todettu menetykselliseksi, kun korjataan valtimoita, joiden halkaisija on 0,7...1,5 mm. Vertailemalla avoimenaoloaikoja on todettu menetelmän antavan ylivoimaisia tuloksia verrattuna niihin, joita saavutetaan käyttämällä tunnettuja mikrokirurgisia menetelmiä.

Korjaustekniikkaa on myös menestyksellisesti kokeiltu korjattaessa rottien siemenjohtimia ja munanjohtimia. Sitä on myös menestyksellisesti käytetty suolien ja sisälmyksien korjauksessa. Menetelmää voidaan yhtä hyvin soveltaa sellaisten tiehyeiden korjaukseen, jotka eivät ole katkenneet, mutta jotka ovat repeytyneet tai tulleet puhkaistuiksi. Yhteenliitettävät pinnat saatetaan toistensa välittömään läheisyyteen samalla tavoin kuin edellä selitettiin kokonaan katkenneen tiehyeen yhteydessä. Pintoihin kohdistetaan sitten infrapunaisen laserin säde riittävän pitkäksi aikaa korjauksen suorittamiseksi.

Sen lisäksi, että menetelmää sovelletaan tiehyeiden ja muiden putkimaisten osien korjaamiseen, voidaan sitä soveltaa myös muiden repeytyneiden tai leikattujen kehonosien, kuten sydämen läppien, hermojen ja lihasten korjaamiseen.

Vaihtoehtoinen suoritusmuoto

On mahdollista sijoittaa molemmat lasersäteen lähteet kirurgisen mikroskoopin yhteyteen asennetun kotelon ulkopuolelle. Tällaisessa tapauksessa voisivat laserlähteet olla sitä tunnettua tyyppiä, jota nyt käytetään leikkaushuoneissa. Säteet voitaisiin välittää optiseen komponenttipakkaukseen nivelletyn varren tai optisten kuitujen avulla. Optisen mikroskoopin yhteyteen voitaisiin asentaa kotelo, joka sisältää polaroivat ja vaimentavat välineet, kuten edellä selitetyt. Säteen laajentaminen suoritetaan myös samalla tavoin kuin edellä on selitetty. Säteen kohdistamista ohjataan pyyhkäisevien galvanometripeilien avulla. Käytetään lopullista tarkennuselementtiä, joka kykenee kehittämään pisteen, jonka koko polttotassossa on pienempi kuin 200 μm . Vaikka tällaisella laitteella ei saavuteta edullisena pidetyn suoritusmuodon tiivistä rakennetta, voidaan laitteen muodostaman pisteen pienen koon ansiosta laitetta käyttää edellä selitettyihin korjaustoimenpiteisiin.

Keksinnön muunnokset ja vaihtoehtoiset ratkaisut ovat ilmeisiä ammattimiehille. Hakijan tarkoituksena on seuraavissa patenttivaatimuksissa peittää kaikki sellaiset samanarvoiset muunnokset ja vaihtelut, jotka lankeavat keksinnön ajatuksen puitteisiin.

Patenttivaatimukset

1. Kojee, joka soveltuu lasersäteen tarkentamiseksi polttotasossa olevaksi pieneksi pisteeksi, jossa kojeessa on laserlähde (1; 61) lasersäteen kehittämiseksi sekä optiset välineet lasersäteen kohdistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että kojeessa on

lasersäteen lähteeseen (1; 61) liittyvät välineet lasersäteen poikkileikkauksen laajentamiseksi (21 ja 23; 87) ja laajennetun lasersäteen kollimoimiseksi (23 ja 35; 89),

linssi (37; 99) laajennetun lasersäteen tarkentamiseksi mainitussa polttotasossa olevaksi pieneksi pisteeksi, jonka tarkennuslinssin poikkileikkaus on suurempi kuin laajennetun lasersäteen poikkileikkaus,

laajentavien (23; 87) ja kollimoivien (35; 89) välineiden ja tarkennuslinssin (37; 99) välillä sijaitsevat kaksi pyyhkäisevää galvanometripeiliä (39 ja 43; 95 ja 97) laajennetun säteen liikuttamiseksi sivusuunnassa tarkennuslinssiin nähden siten, että pientä pistettä voidaan säätää ja siirtää polttotasossa, sekä

lasersäteen radalla sijaitseva väline (7; 83) lasersäteen katkaisemiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen koje, t u n n e t t u siitä, että mainitun lasersäteen yhteyteen on sovitettu tehonilmaisuvälineet (47; 81), jotka sijaitsevat siten, että tämän lasersäteen tehoa voidaan valvoa lasersäteen ollessa mainitun katkaisevan välineen (7; 83) sulkemana.

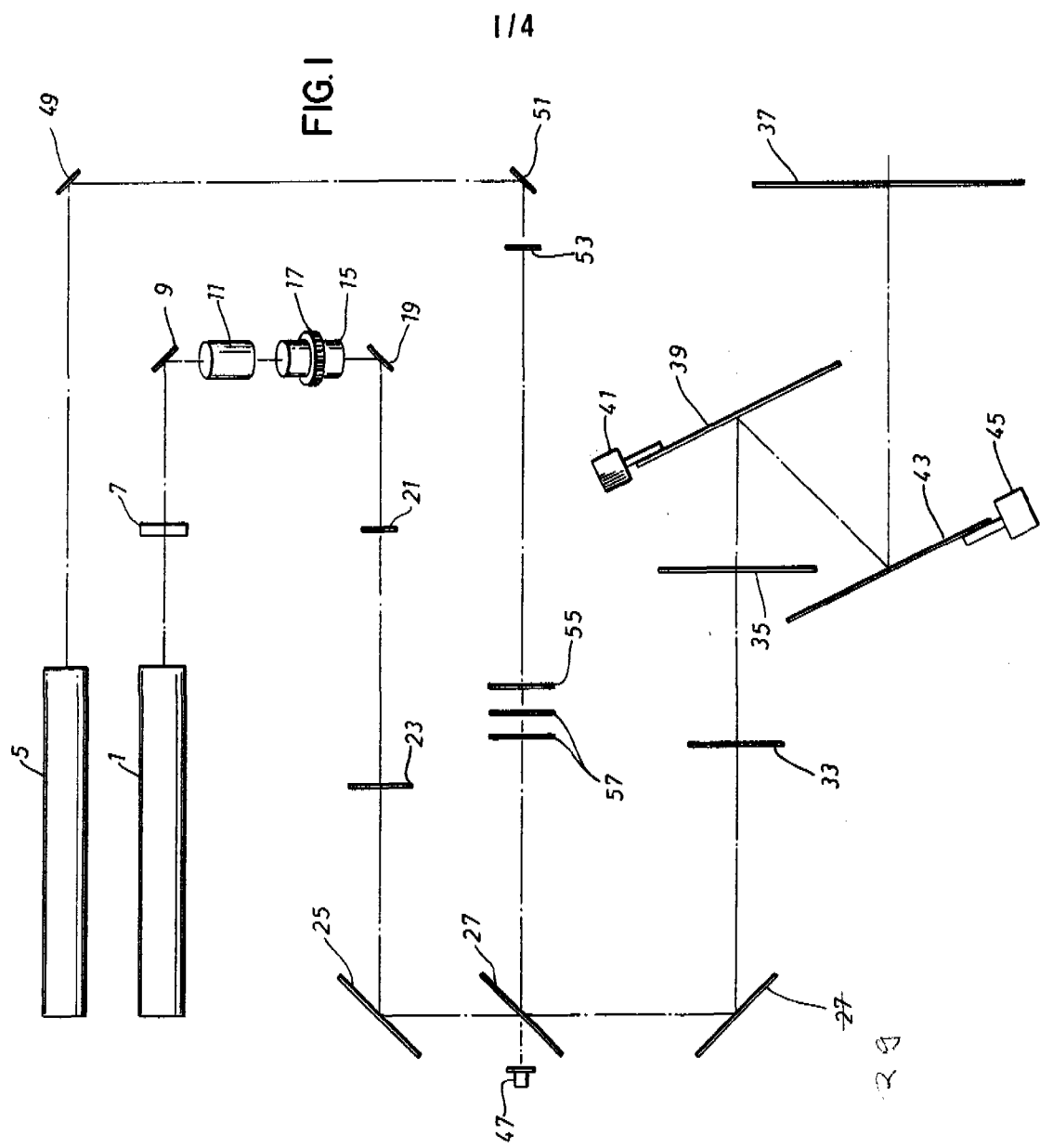
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen koje, t u n n e t t u siitä, että siinä on välineet (11, 85) lasersäteen vaimentamiseksi sen tehon säätämiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 2...3 mukainen koje, t u n n e t t u siitä, että tehonilmaisuvälineenä on radiomittarin ikkuna (79), joka sijaitsee lasersäteen radalla ja kykenee välittämään lasersäteen valtaosan ja heijastamaan lasersäteen pienen

osan, radiomittari (81), joka on asennettu siten, että se katkaisee heijastuneen lasersäteen, ja piirit, jotka muuttavat mainitun radiomittarin lähdön tehon osoitukseksi.

5. Patenttivaatimuksen 1...4 mukainen koje, t u n n e t t u siitä, että mainittuna lasersäteen lähteenä on CO₂-laser (1; 61), joka kehittää infrapunaisen lasersäteen.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen koje, t u n n e t t u siitä, että siinä on näkyvän lasersäteen kehittävä näkyvän lasersäteen lähde (5; 63) ja välineet (27; 93) tämän näkyvän säteen suuntaamiseksi infrapunaisen lasersäteen yhteyteen siten, että infrapunainen lasersäde voidaan kohdistaa mainittuun polttotasoon käyttämällä näkyvää lasersädettä.



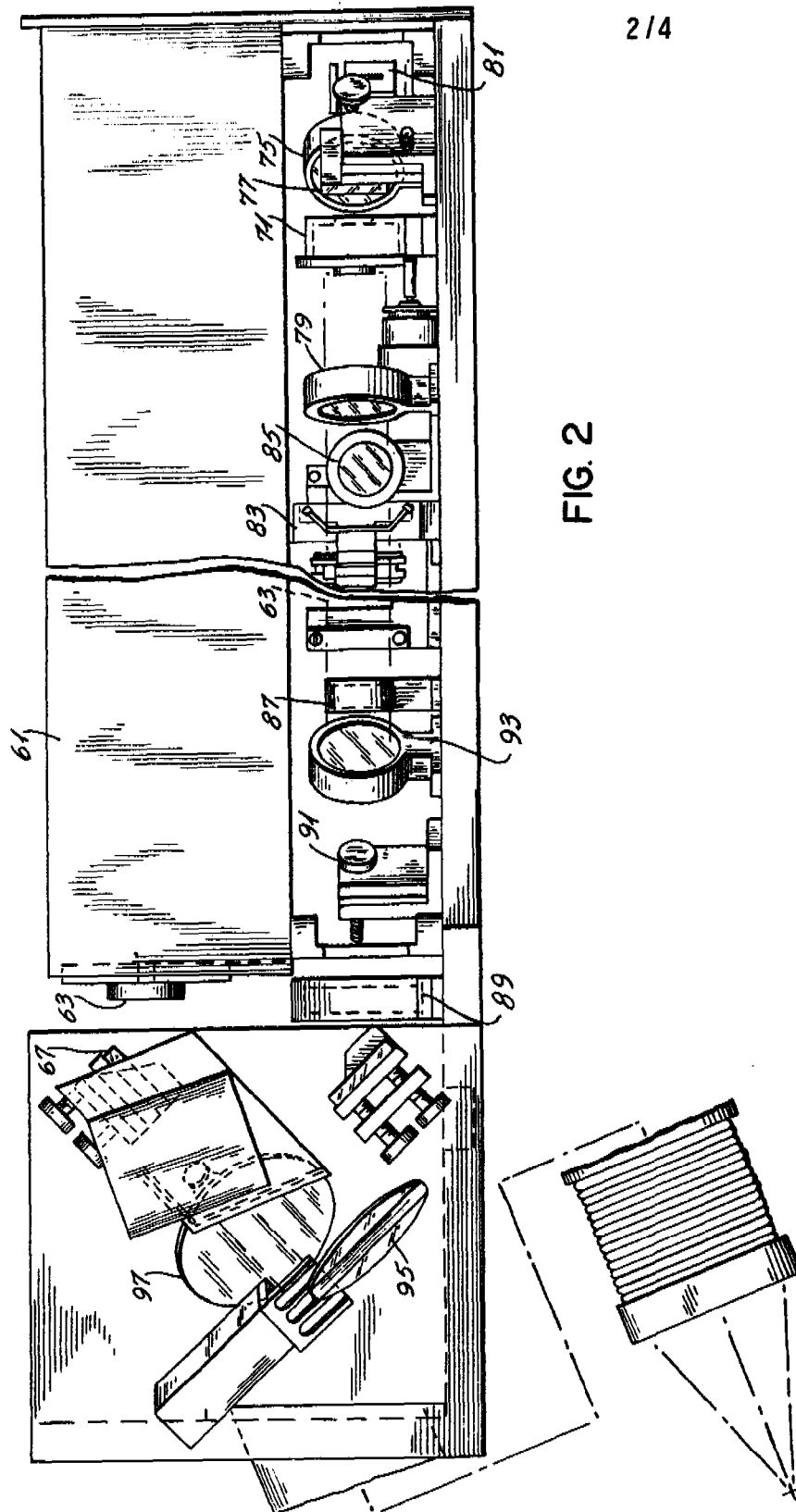


FIG. 2

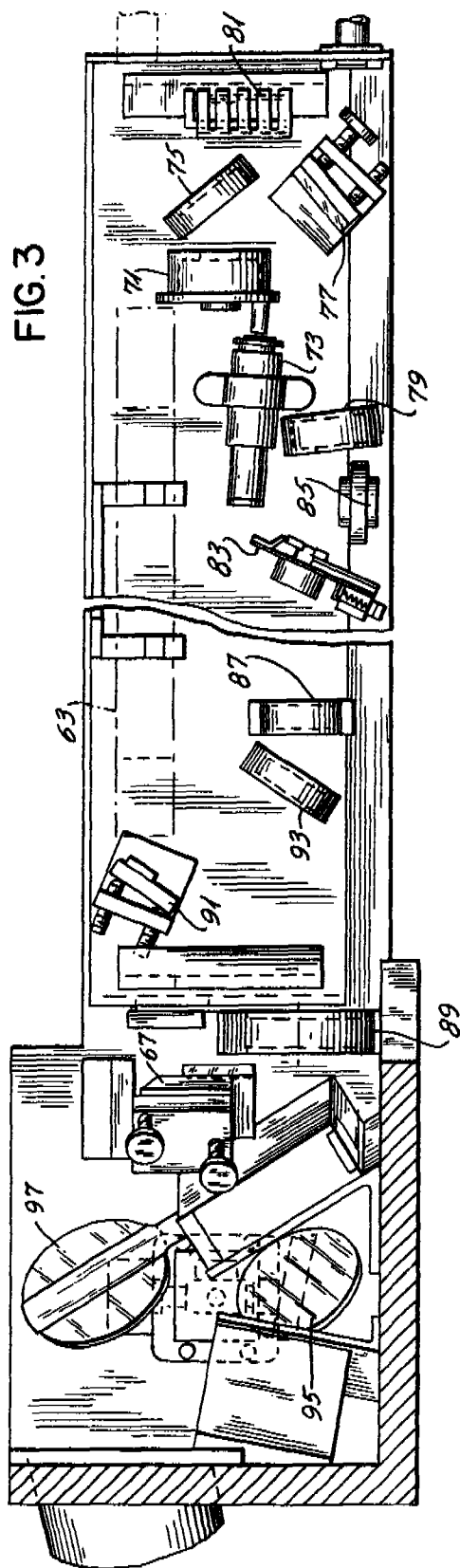
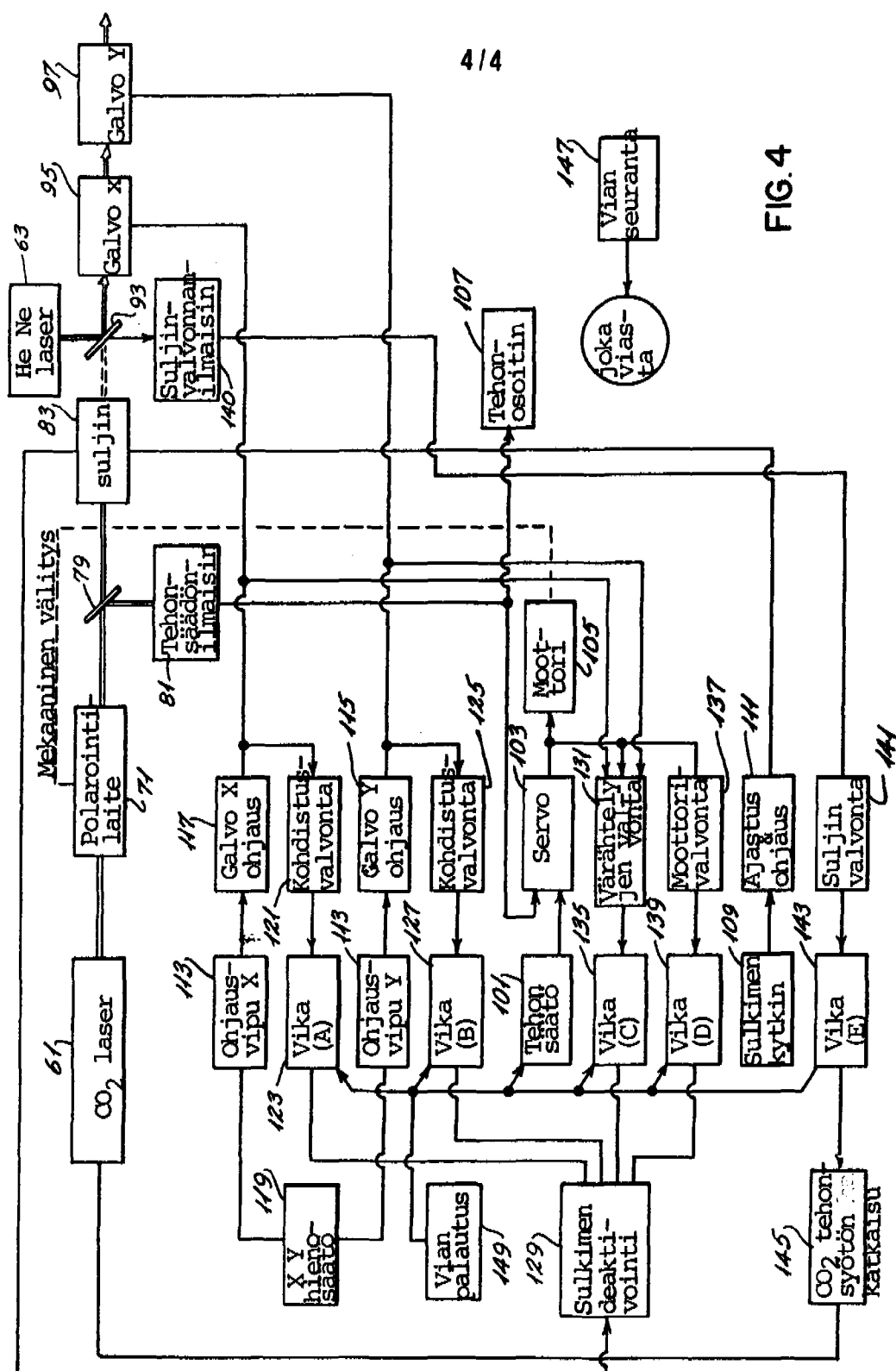


FIG. 3



Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

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

FI

CH

DE

DK

FR P- 2'352'624 (B 23 K 26/00)

GB P- 1'579'254 (G 02 B 26/18)

NO

SE

US 3'710'798 (A 61 n 3/00)
3'902'036 (B 23 K 27/00)Merkitse hakemuskaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron
eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

EP K- 30 210 (A61B 3,12)

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:



Allekirjoitus