

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 943649 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **943649**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**A61B 17/36
B06B 1/02**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **06.11.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **05.08.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **05.08.1994**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **06.11.1992 PCT/US1992/009322**
Internationell ansökan - International
application

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

07.02.1992 US 832534

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Valleylab Inc., 5920 Longbow Drive, Boulder Colo. 80301, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Rose, Emery S., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Kirurginen ultraäänilaite

Kirurgisk ultraljudanordning

Kirurginen ultraäänilaitte

Keksinnön tausta

Esillä oleva keksintö liittyy sähköiseen laitteeseen, joka ohjaa ultraäänimuunninta kirurgisessa työvälineessä, jolla pilkotaan ja poistetaan kudosta potilaan operointikohdassa, sekä laitteen sähköpiireissä oleviin elektronisiin säätösilmukoihin. Tämä keksintö liittyy erityisesti laitteeseen, joka ohjaa kirurgista ultraäänilaitetta pitäen värinätaajuuden mekaanisessa resonanssissa takaisinkytkettyä säätöä käyttäen. Keksintö koskee myös välineitä amplitudin säätämiseksi sekä digitaalista liittämää toiminnan tarkkailemiseksi ja normaalin toiminnan palauttamiseksi, kun järjestelmäparametrit ylittävät analogiselle säätösilmukalle asetetut rajat. Keksintö saa myös aikaan välineet, joilla säädellään laitteen kudoselektiivisyyttä.

Värähtelevien kirurgisten ultraäänilaitteiden käyttö ei-halutun kudoksen pilkkomiseksi ja poistamiseksi imun avulla tarkasti ja turvallisesti on johtanut arvokkaiden kirurgisten menetelmien kehittämiseen. Aluksi kirurgista imutekniikkaa sovellettiin kaihikudoksen pilkkomiseen ja poistamiseen, kuten esimerkiksi US-patenttijulkaisussa nro 3 589 363 on selitetty. Myöhemmin samanlaisia tekniikoita sovellettiin huomattavalla menestyksellä neurokirurgiaan ja muuhun erikoiskirurgiaan, missä ultraäänien energian soveltaminen kädessä pidettävän laitteen avulla kudoksen poistamiseksi selektiivisesti kerros kerrokselta tarkasti hallittuna havaittiin olevan mielekästä.

Tietyt alalla tunnetut laitteet tuottavat luonteenomaisesti jatkuvia värähtelyjä, joiden amplitudi on olennaisesti vakio noin kolmestakymmenestä kHz:stä noin neljäänkymmeneen - noin viiteenkymmeneen kHz:iin olevalla taajuudella. US-patenttijulkaisut nro 4 063 557, 4 223 676 ja 4 425 115 esittävät laitteen, joka soveltuu pehmeän

kudoksen poistamiseen ja joka on erityisesti sovitettu hyvin taipuisan elastisen, verisen kudoksen poistamiseen. Tällainen laite on sovitettu jatkuvasti käytettäväksi, kun kirurgi haluaa pilkkoa ja poistaa kudosta, ja sitä yleensä
5 käytetään jalkakytkimen avulla.

Tunnettu laite kudoksen pilkkomiseksi ultraäänen avulla operointikohdassa sekä kudoksen osasten ja nesteen poistamiseksi operointikohdasta on CUSA:n malli System 200 Ultrasonic Aspirator, jonka valmistaja ja myyjä on
10 Valleylab, Inc. Stamfordissa Connecticutissa; katso myös US-patenttijulkaisu nro 4 827 911. Kun tällaisessa imu-laitteessa oleva pituussuunnassa värähtelevä kärki viedään kosketukseen kudoksen kanssa, se pilkkoo ja poistaa kudosta varovasti, selektiivisesti ja tarkasti. Tämän ainutlaatuisen kirurgisen instrumentin hyviin puoliin kuuluvat
15 terveen kudoksen vaurioituminen vain vähän tuumorin poistoproseduurissa, verisuonia voidaan supistaa, kudoksen paraneminen edistyy, ei ympäröivien kudosten reunojen hiiltymistä tai repeytymistä, tapahtuu ainoastaan vähäistä terveen kudoksen vetämistä ja saadaan aikaan erinomainen
20 tuntotakaisinkytkentä kudoksen pilkkomisen ja poistamisen hallitsemiseksi selektiivisesti.

Monissa kirurgisissa menetelmissä, joissa käytetään ultraäänellä toimivia pilkkomisinstrumentteja, operointikohdassa tarvitaan lisäinstrumentteja kudoksen leikkaamista ja hemostaasia varten. Hemostaasia tarvitaan esimerkiksi syväkoagulointia käyttävässä kuivaustekniikassa suurten kudostilavuuksien kuivaamiseksi ja myös suihku-
25 koagulointia käyttävässä sähkökuivaustekniikassa kudosten pinnan kuivaamiseksi.

US-patenttijulkaisuissa nro 4 931 047 ja 5 015 227 esitetty laite suorittaa hemostaasin värähtelevän kirurgisen ultraäänellä toimivan pilkkomisinstrumentin ja imu-
laitteen yhdistelmän avulla. Laite saa tehokkaasti aikaan
35 sekä koagulaatiokyvyn että parantuneen kyvyn pilkkoa ja

imeä kudosta sellaisella tavalla, joka vähentää ympäröivän kudoksen vaurioitumista.

5 US-patenttijulkaisu nro 4 750 488 ja kaksi sen jatkona olevaa patenttijulkaisua 4 750 902 ja 4 922 902 esittävät menetelmän ja laitteen, joka käyttää ultraäänipilkkomisen, imun ja kauterisaation yhdistelmää.

10 Laitteessa, joka pilkkoo kudosta terän kärjen ultraäänivärähtelyn avulla, on optimaalisen tehokkuuden ja energiankäytön vuoksi toivottavaa, että ultraäänivärähtelyn aikaansaava muunnin toimii resonanssitaajuudella. Jos muunnin on pietsosähköinen kide, niin taajuus, jolla se värähtelee vastaa värähtelyn aiheuttavan sähköisen ohjaussignaalin taajuutta. Toiminta on tehokkainta, jos muunnin värähtelee resonanssitaajuudellaan. Toimintaparametrien
15 muutokset, kuten lämpötilan, lämpölaajenemisen ja kuormitusimpedanssin muutokset aiheuttavat kuitenkin resonanssitaajuuden poikkeamia. Näin ollen tarvitaan ohjaussignaalin taajuuden säädettyjä muutoksia resonanssitaajuuden seuraamiseksi.

20 US-patenttijulkaisussa nro 4 750 488 esitetty piiri käsittää taajuudensäätosilmukan, joka riippuu takaisinkytkentäsignaalista, joka saadaan summaamalla kaksi signaalia, jotka ovat verrannolliset pietsosähköiseen muuntimeen syötettyyn jännitteeseen ja virtaan.

25 US-patenttijulkaisu nro 4 965 532 esittää piirin ultraäänimuuntimen ohjaamiseksi, joka piiri käsittää taajuudensäätoelimen, joka käyttää ensimmäisestä ja toisesta vaiheenilmaisusignaalista riippuvaa takaisinkytkettyä säätöä.

30 Nyt on havaittu, että tehokas taajuudensäättö saadaan aikaan sellaisen ainutlaatuisen säätösilmukan avulla, joka käsittää takaisinkytketyn pietsosähköisen kiteen, joka on mekaanisesti liitetty pietsosähköiseen muuntimeen.

35 Takaisinkytketyn kiteen käyttö virityspiirissä, joka muodostaa suodatetun signaalin ohjaussignaalin säätä-

miseksi ultraäänijärjestelmässä, on esitetty US-patenttijulkaisussa nro 4 012 647. Tässä patenttijulkaisussa esitetty järjestelmä ei ole kirurginen laite, ja ultraäänivärähtelijän, vahvistimen ja viritysinduktanssin yhdistelmä, jossa on takaisinkytkentä takaisinkytkentäkiteestä vahvistimen sisäänmenoon, muodostaa oskillaattorin. Esillä olevan keksinnön uusi piiri käsittää, toisin kuin siinä, jänniteohjatun oskillaattorin (VCO, voltage controlled oscillator) säätösilmukan osana. Takaisinkytkentäsignaali takaisinkytkentäkiteestä syötetään vahvistinta ohjaavaan säätösilmukkaan. Tämän uuden piirin etuna on, että se seuraa mekaanista resonanssia ilman sähköistä vuorovaikutusta.

Takaisinkytketyn säätösilmukan käsittävän kirurgisen ultraäänilaitteen käytön aikana usein esiintyvä ongelma on säätösilmukan taipumus lukkiutua lähellä olevalle ei-halutulle taajuudelle eikä halutulle resonanssitaajuudelle.

Tämän ongelman esiintyminen riippuu järjestelmän taajuusalueesta ja säätösilmukan ominaisuuksista. Jos säätösilmukka on alivaimennettu, niin suuret transienttiylytykset käynnistyksen tai kuormituksen nopeiden muutosten jälkeen siirtävät ohjaustaajuutta viereisiä taajuuksia kohti. Säätösilmukan taipumus lukkiutua lähellä olevalle ei-halutulle taajuudelle suurenee säätösilmukan ylityksen suuruuden ja mainittujen lähellä olevien taajuuksien läheisyyden mukaan.

Suorituskykyvaatimuksista ja valmistusvaihteluista johtuen on vaikeata saada aikaan puhtaasti analogista säätöjärjestelmää, joka ei ole altis tällaisille epäsäännöllisyyksille. Vaikeutena ultraäänivärähtelijöiden valmistuksessa on myös resonanssitaajuuden vaihtelu materiaalien ja valmistusmenetelmien vaihteluiden johdosta. Tällaiset resonanssitaajuuden vaihtelut aiheuttavat säätösilmukan toiminnassa itseisarvoltaan suuremman virhesigna-

lin.. Epäsäännöllisyyksien todennäköisyys suurenee suorassa suhteessa virhesignaalin itseisarvoon.

Nyt on havaittu, että tällaiset epäsäännöllisyydet voidaan välttää käyttämällä mikroprosessoripohjaista järjestelmää, joka on vuorovaikutteisesti kytketty analogiseen säätösilmukkaan ja joka muodostaa digitaalisen liitynnän suorituskyvyn tarkkailemiseksi ja normaalin toiminnan palauttamiseksi, kun järjestelmäparametrit ylittävät analogiselle säätösilmukalle asetetut rajat.

Keksinnön yhteenveto

Esillä olevan keksinnön mukaan on saatu aikaan sähköinen laite ultraäänellä toimivan pietsosähköisen kide-
muuntimen ohjaamiseksi kirurgisessa työvälineessä kudoksen pilkkomiseksi ja imemiseksi, joka laite käsittää jännite-
ohjatun oskillaattorin sarjassa vahvistimen ja ensimmäisen
elektronisen säätösilmukan kanssa, joka on kytketty pietsosähköisestä takaisinkytkentäkiteestä vaihevertaimen ja
silmukkasuotimen kautta jänniteohjattuun oskillaattoriin,
joka takaisinkytkentäkide on mekaanisesti kytketty mainittuun muuntimeen ja muodostaa takaisinkytkentäsignaalin,
joka on muuntimen todellisen värähtelytaajuuden funktio, ja joka vaihevertain vertaa takaisinkytkentäsignaalin ja ohjaussignaalin vaihetta ja muodostaa säätösignaalin,
joka pitää ohjaussignaalin muuntimen resonanssitaajuudella, missä mainittu vahvistin on jännitelähddevahvistin,
jossa on ulostulo, joka on kytketty pietsosähköiseen kide-
muuntimeen ja tämän rinnalla olevaan virityskelaan.

Työväline muodostaa mieluummin pietsosähköisen kide-
muuntimen, joka on toiminnallisesti kytketty terään,
jossa on erillinen kärki, joka muunnin tämän keksinnön mukaisen laitteen muodostaman sähköisen ohjaussignaalin aktivoimana värähdyttää mainittua terän kärkeä ultraäänitaajuudella siten, että kärki pystyy pilkkomaan kudosta kirurgisessa operointikohdassa, sekä imulaite pilkotun kudoksen poistamiseksi mainitusta kohdasta.

Pietsosähköinen kidemuunnin on kytketty rinnan virityskelan kanssa sellaisen resonanssipiirin muodostamiseksi, jonka resonanssitaajuus vastaa muuntimen toimintataajuutta ja joka optimoi jännitelähdevahvistimen kytkennän todelliseen kuormitukseen. Pietsosähköinen kide on jänniteohjattu laite, ja näin ollen virityskelan kanssa rinnan olevan jännitelähdevahvistimen etuna on, että se saa aikaan pietsosähköisesti ohjatun värähtelijän suuremman säädön. Parhaana pidetyssä suoritusmuodossa on stabiilisuuden lisäämiseksi myös jännitelähdevahvistimen ulostuloon sarjaan kytketty pienen resistanssin omaava vastus. Tämä parhaana pidetty suoritusmuoto on olennainen parannus sarjavirityskelan tavanomaiseen käyttöön, koska vaste on hetkellinen siksi, että ei ole olemassa induktiivista vaihesiirtoa.

Tämä keksintö saa myös aikaan edellä kuvatun laitteen, johon kuuluu toinen säätösilmukka, joka käsittää välineet muuntimen värähtelytaajuuden mittaamiseksi ja amplitudisignaalin muodostamiseksi, välineet amplitudisignaalin vertaamiseksi käyttäjän asettelemaan käskysignaaliin sekä välineet värähtelyn pitämiseksi halutulla toimintamplitudilla kuormitusten vaihdellessa säätämällä ohjaussignaalia tarpeen mukaan amplituditason saattamiseksi vastaamaan käskysignaalitasoa.

Toinen säätösilmukka käsittää mieluummin muuntimen, joka muuntaa tehollisen vaihtovirtatakaaisinkytkentäsignaalin tasavirtasignaaliksi.

Tämä keksintö saa lisäksi aikaan valvontajärjestelmän yhden tai useamman elektronisen säätösilmukan tarkkailemista varten mainittujen säätösilmukoiden säätämien toimintojen aikana esiintyvien virhetilojen ilmaisemiseksi ja niihin reagoimiseksi, joka järjestelmä käsittää mikroprosessorin, joka on kytketty analogi-digitaalimuuntimeen ja valitsimeen, missä kunkin säätösilmukan ulostulo syötetään valitsimeen, valitsimesta lähtevä ulostulo muunnetaan

digitaalimuotoon muuntimessa tulospääntälin muodostamiseksi, joka käsitellään mikroprosessorissa, joka reagoi tarkoituksenmukaisen algoritmin avulla virhetilan korjaamiseksi.

5 Edellä kuvattu valvontajärjestelmä on erityisesti sovitettu tarkkailemaan taajuudensääntösilmutta, kuten edellä kuvattua, tämän keksinnön mukaiseen laitteeseen kuuluvaa ensimmäistä taajuudensääntösilmutta, tai tarkkailemaan amplitudivahvistuksen sääntösilmutta, kuten tämän keksinnön mukaiseen laitteeseen kuuluvaa toista sääntösilmutta, tai kaikkein parhaana pidetyssä suoritusmuodossa tarkkailemaan sekä ensimmäistä että toista sääntösilmutta. Tämä parhaana pidetty suoritusmuoto on erityisesti selitetty seuraavassa viitatun oheisten piirustusten kuvioon 1.

15 Tämä keksintö saa lisäksi vielä aikaan edellä kuvattua laitteen, joka käsittää välineet kudosselektiivisyyden saavuttamiseksi kirurgisessa ultraääni-imulaitteessa, jotka välineet käsittävät rajoittimen, joka on kytketty amplitudivahvistuksen sääntösilmutta ulostuloon, jolloin käyttäjä voi asettaa ja rajoittaa silmutta antaman maksimivirhesignaalin.

20 Tämän keksinnön laitteen kanssa yhdistelmänä käytettävä kirurginen työväline on mieluummin sellainen työväline, joka on esitetty ja jonka patenttivaatimukset on esitetty yhteisesti siirrettyssä patenttihakemuksessa sarjanumero _____, jonka patenttiselitys on sisällytetty tähän viitteenä.

25 Parhaana pidetty työväline käsittää siis pietsosähköisen kidemuuntimen, joka on toiminnallisesti kytketty terään, jossa on erillinen kärki, joka muunnin sähköisellä signaalilla aktivoimisen jälkeen värähdyttää terän kärkeä ultraäänitaajuudella siten, että kärki pystyy pilkkomaan kudosta kirurgisessa operointikohdassa, pietsosähköisen takaisinkytkentäkiteen, joka on mekaanisesti kytketty

muuntimeen, sekä imulaitteen pilkotun kudoksen poistamiseksi kirurgisesta operointikohdasta. Muunnin ja takaisin-
kytkentäkide on mieluummin asennettu sähköisesti eristety-
vaipan sisälle, ja kytkentäelimet eri toimintojen valitse-
miseksi ja käynnistämiseksi on asennettu vaipan sisälle
5 siten, että työväline voidaan käyttää käsin.

Lyhyt piirustusten kuvaus

Keksintö on seuraavassa selitetty lähemmin viitaten
oheisiin piirustuksiin, joissa:

10 kuvio 1 on tämän keksinnön yhden suoritusmuodon
mukaisten säätösilmukoiden kaaviollinen esitys,

kuvio 1A on osa muunnetusta kuvion 1 pisteiden A-A
välillä olevasta piiristä,

15 kuvio 2 on algoritmi, joka kuvaa vaiheita suoritus-
kyvyn tarkkailemiseksi ja normaaliin toimintaan palaami-
seksi, kun järjestelmäparametrit ylittävät analogiselle
säätösilmukalle asetetut rajat,

20 kuvio 3 on algoritmi, joka kuvaa vaiheita vaihelu-
kitun silmukan virheen tarkistamiseksi ja tarpeellisten
säätöjen suorittamiseksi mainitun virheen saamiseksi nol-
lan suuruiseksi,

kuvio 4 on tämän keksinnön laitteen yhteydessä käy-
tetyn parhaana pidetyn työvälineen osittain leikattu sivu-
kuvanto,

25 kuvio 5 on kuvion 4 viivaa 5-5 pitkin muodostettu
poikkileikkaus etukuvantona,

kuvio 6 on kuvion 4 viivaa 6-6 pitkin muodostettu
takaa katsottu kuvanto ja

kuvio 7 on työvälineen päällyskuvanto.

30 **Keksinnön yksityiskohtainen selitys**

Piirustusten kuviossa 1 esitetty laite käsittää
jänniteohjatun oskillaattorin (VCO, voltage controlled
oscillator), joka ohjaa tehovahvistimen 2 avulla pietso-
sähköistä ohjauskidettä 3 sinimuotoisesti värähtelevällä
35 jännitteellä. Tämä jännite syötetään jännitelähdetehovah-

vistimen 2 ulostulossa olevalle ohjauskiteelle ja rinnalla olevalle kelalle 4 ja valinnaisesti impedanssisovitusmuuntajalle T (kuvio 1A). Vahvistimen ulostuloon on stabiilisuuden vuoksi kytketty myös pienen resistanssin omaava vastus R (kuvio 1A). Värähtelytaajuus VCO:n ulostulossa määritetään VCO:n sisäänmenoon syötetyn jännitteen avulla. Oskillaattorin taajuusalueen keskikohta pitäisi asettaa sellaiseen kohtaan, jossa järjestelmän odotetaan normaalisti toimivan, ja tämän taajuusalueen tulisi kattaa se alue, jolla järjestelmä normaalissa käytössä vaihtelee.

Pietsosähköinen ohjauskide 3 reagoi VCO:n sille syöttämään sinimuotoisesti värähtelevään jännitteeseen värähtelemällä samalla taajuudella ja saamalla koko ultraäänivärahdinjärjestelmän värähtelemään tällä taajuudella.

Takaisinkytkentäkide 5, joka on ultraääniasennelmassa, värähtelee sen mukana. Kun pietsosähköiseen kiteeseen kohdistetaan puristus, kide reagoi kehittämällä verrannollisen jännitteen. Tämä jännite ilmaisee, miten asennelma värähtelee. Värähtelevän asennelman poikkeaman määrän ilmaisee takaisinkytkentäkiteen yli vaikuttava jännitetaso. Jos värähtelevä asennelma värähtelee tietyllä siniaallon taajuudella, niin takaisinkytkentäkiteestä saatu jännitesignaali on tällä taajuudella oleva siniaalto. Värähtelevän asennelman värähtelytaajuus on se taajuus, jolla sen ohjaamiseen tarvitaan vähimmäismäärä tehoa. Tämän taajuuden ilmaisee ohjaussignaalin siniaallon ja takaisinkytkentäsignaalin siniaallon välinen 90 asteen vaihesiirto.

Kaksi signaalia, ohjaussignaali 6 ja takaisinkytkentäsignaali 7, syötetään vaihevertaimen 8 sisäänmenoihin. Vaihevertaimen ulostulo 9 antaa ohjauksen ja takaisinkytkennän siniaaltosignaalien välisen vaihekulman kosinin.

Jos resonanssitaajuus on sama kuin VCO:n keskitajuus, niin VCO ohjaa ohjauskidettä sen resonanssitaajuus-

della. Ohjauksen ja takaisinkytkennän välinen vaihevertaimen takaisinkytketty vaihekulma on 90 astetta, mikä antaa 0 (nolla) volttia VCO:lle silmukkasuotimen 10 ja vahvistimen 11 kautta, mikä on selitetty jäljempänä, ja VCO jatkaa
 5 värähtelevän asennelman ohjausta sen resonanssitaajuudella.

Jos resonanssi äkillisesti muuttuu kuormituksen johdosta, niin mainittujen kahden aallon välinen vaihekulma ei enää ole 90 astetta. Vaihevertaimen ulostulo on
 10 jonkin muun kulman kuin 90 asteen kosini, joka ei enää ole nolla. Kun VCO havaitsee tämän (vaihevertaimen ulostulo syötetään VCO:lle vahvistimen 11 kautta), VCO siirtää lähtötaajuuttaan suhteessa vahvistimen vahvistukseen kerrottuna vaihevertaimesta tulevalle signaalilla ja sellaiseen
 15 suuntaan, että se saattaa ohjaus- ja takaisinkytkentäsignaalin välisen vaihekulman takaisin 90 asteeksi. Koska vaihekulma siirtyy takaisin kohti 90 astetta, niin vaihekulman kosini siirtyy takaisin nollaa kohti. Järjestelmä on tasapainossa, kun vaihekulma on mahdollisimman lähellä
 20 90 astetta, missä VCO:lle syötetty jännitetaso riittää ylläpitämään värähtelyä keskitaajuudesta eriävällä taajuudella, joka vastaa uutta resonanssitaajuutta. Mitä suurempi on vahvistimen vahvistus, sitä pienempi virhe tulee olemaan.

Lisäkomplikaatio on olemassa johtuen siitä, että värähtelevällä mekaanisella järjestelmällä on hitautta, joka vaikuttaa siihen nopeuteen, jolla sen värähtelytaajuutta tai amplitudia voidaan muuttaa. Äkillinen kuormitus värähtelijän kärjessä voi muuttaa sen resonanssia. Vaihe-
 30 vertain 8 reagoi syöttämällä vahvistimen 11 kautta korjausjännitteen VCO:lle. Jos vahvistimen vahvistus on liian suuri, niin VCO yrittää muuttaa ohjaustaajuutta paljon nopeammin kuin värähtelevä mekaaninen asennelma pystyy vastaamaan. Sinä ajanhetkenä, jolloin värähtelevä mekaaninen asennelma saavuttaa resonanssia merkitsevän oikean
 35

taajuuden, VCO on jossakin määrin ylittänyt sen. Silmukka yrittää silloin korjata vastakkaiseen suuntaan aiheuttaen taas kerran ylityksen ja niin edelleen. Jos järjestelmä on stabiili, niin ylitys pienenee joka jaksolla ja asettuu
 5 lopulta. Jos järjestelmä on epästabiili, niin ylitys ei pienene joka jaksolla, vaan joko pysyy vakiona ja värähtelee tai suurenee joka jaksolla, kunnes järjestelmä lukittuu lähellä olevalle taajuudelle tai vahingoittuu.

Vaihevertaimen 8, sen ulostulon 9, vahvistimen 11
 10 ja VCO:n 1 muodostama silmukka käsittää vaihelukitun silmukan (PLL, phase locked loop), joka on kaaviossa rajattu katkoviivoilla 12.

Toinen säätösilmukka 13 on muodostettu amplitudin säätämiseksi. Tämä on automaattinen vahvistuksensäätösilmukka (AGC, automatic gain control). Käyttäjä asettaa värähtelevälle kärjelle tarvittavan värähtelyamplitudin käskysisäänmenossa 14. Tehollisarvo-tasavirtamuunnin 15 muuntaa takaisinkytkentäkiteestä palaavan siniaallon 7 tasavirtatasoksi sen amplitudin funktiona. Tämä signaali
 15 syötetään sen jälkeen summauspisteeseen 17, jonka ulostulo 18 on takaisinkytkennän ja käskysisäänmenon 14 välinen virhesignaali, joka syötetään virhevahvistimeen 19. Virhevahvistin 19 lähettää ulostuloonsa signaalin, joka on verrannollinen summauspisteen 17 kahden sisäänmenon erotukseen. Signaali 20 ohjaa ohjaussignaalin amplitudia,
 20 joka on pietsosähköistä ohjauskidettä 3 ohjaavan tehovahvistimen 2 ulostulo. Järjestelmä on tasapainossa, kun kahden sisäänmenon 14 ja 16 välillä vallitsee mahdollisimman pieni ero, mutta ero on riittävä sellaisen tason 20 saavuttamiseksi, joka ohjaa kidettä ja takaisinkytkkee signaalin takaisinkytkentäkiteestä tämän vähimmäiseron saavuttamiseksi 14:n ja 16:n välillä. Virhe pienenee vahvistuksen suurentuessa, mutta epästabiilisuuden välttämiseksi täytyy pysyttää turvalliset vahvistusmarginaalit.
 30

Eräs ultraääni-imulaitteiden piirre on se selektiivisyys, jolla erityisiä kudostyyppejä voidaan pilkkoa ja imeä siten, että vaikutus lähellä olevaan kudokseen ja muihin erityisiin tyyppeihin on pieni tai olematon. Jois-

5 sakin kirurgisissa menetelmissä tämä on haluttu piirre, kun taas toisissa tapauksissa halutaan vähemmän selektiiviset pilkkomisominaisuudet.

On havaittu, että suurempi tai pienempi kudosselektiivisyys voidaan saavuttaa muuttamalla rajoittimen 21 avulla AGC:n syöttämän ohjaussignaalin suurinta amplitudia.

10

Valitsimen 22 sisäänmenoina ovat virhesignaali 23 automaattisesta vahvistuksensäättösilmukasta (AGC) 13 ja virhesignaali 24 PLL:stä. Valitsimen ulostulo syötetään analogi-digitaalimuuntimeen 25, jonka ulostulo lähetetään mikroprosessorille (μP) 26. Mikroprosessorin lähtösignaali 27 lähetetään keskitaajuuden asetteluyksikölle 28, jonka ulostulo syötetään VCO:lle 1. Mikroprosessorin toinen lähtösignaali 29 lähetetään kytkentäyksikölle 30 käskysisään-

15

20 menon vaihtamiseksi joko nollan tai alhaisen referenssiarvon 31 ja käyttäjän asettaman amplitudin asetusarvon 32 välillä.

Kuvion 2 algoritmi esittää järjestelmän normaalia toimintaa. AGC-silmukan virhesignaali 20 luetaan jaksollisesti ja taso tarkistetaan 33. Ennalta määrättyä arvoa suurempi ($>A$) erotus ilmaisee seisahtuneen tilan. Seisahtunut tila on sellainen, että värähtelyn amplitudi on olennaisesti pienempi kuin käsketty sisäänmeno 14 ilmaisten siten liian suuren kuormituksen, ohjaussilmukan lukit-

25

30 tumisen lähellä olevalle ei-halutulle taajuudelle tai jonkin muun virhetilan. Jos seisahtunutta tilaa ei ole ilmaistu, niin kiertokysely 33, 34 jatkuu, ja PLL:n sallitaan toimia normaalisti. Jos seisahtunut tila on ilmaistu, niin tarkistetaan 35 PLL:n virhe. Epänormaalin suuri

PLL:n virhe 36 (>B) ilmaisee lukittumisen ei-halutulle lähellä olevalle taajuudelle.

Jos PLL:n virhe ei ole suurempi 37 kuin ennalta määrätty arvo (>B) ja jos seisahtunut tila on ilmaistu, niin suoritetaan seuraava algoritmi: Ajastin 38 mikroprosessorijärjestelmässä 26 asetetaan suurimmalle korjaukselle sallittavalle aikavälille. Mikroprosessorijärjestelmän vaikutus algoritmin tässä osassa on ilmaisu 39 käyttäjälle sopivan ääni-, näyttö-, tunto- tai muun merkinantolaitteen avulla siitä, että kirurgiseen ultraäänityövälineeseen kohdistuu liian suuri paine. Mikroprosessori jatkaa ja odottaa kiertokyselemällä 40, 41 paineen alenemista ja ajastimen avulla saatua ilmaisu 42, 43 siitä, että aikaa on kulunut liiaksi. Seisahtuneen tilan päätyttyä mikroprosessori pysäyttää käyttäjän merkinantolaitteen 44 ja palaa suorittamaan kiertokyselyä 33, 34. Jos seisahtunut tila ei poistu ja jos tarkistusajastin 42 ilmaisee, että aikaraja on ylitetty, niin järjestelmä pysähtyy 45 eikä salli toiminnan jatkamista, ja käyttäjälle annetaan merkinantolaitteella ilmaisu 45 virhetilasta. Sellainen tila, jossa molemmat silmukkavirheet 34, 36 ovat samanaikaisesti ennalta määrättyjä arvoja suuremmat, on osoitus siitä, että järjestelmä on lukkiutunut ei-haluttuun lähellä olevaan resonanssiin. Eräs tapa tämän tilanteen korjaamiseksi on poistaa kirurgiselta ultraäänilaitteelta 46 paine kokonaan, asettaa ajastin 47 ja vaihtaa AGC-silmukan käsketty sisäänmeno nollaksi 31.

Värähtely pysäytetään syöttämällä nolla volttia 31 kytkimen 30 kautta AGC-silmukan käskysisäänmenoon 14. Ultraäänigeneraattorille annetaan runsaasti aikaa 48 kaiken varastoituneen energian kuluttamiseksi 48. Käskysisäänmeno palautetaan kytkimellä 30 käyttäjän asettamalle tasolle 32. Ultraäänigeneraattorille annetaan runsaasti aikaa jatkuvan tilan värähtelyamplituditason saavuttamiseksi 49. Virhetasot tarkistetaan uudelleen 50, 51, 52, 53 samoin

kuin ajastin 54. Jos virhetilanne edelleen jatkuu 51, niin ajastin tarkistetaan uudelleen 54. Algoritmi toistuu jatkuvasti, kunnes joko virhetilanteet poistuvat tai ajastimen arvo ylittyy 54. Jos virhetilanteet 50, 51, 52, 53 poistuvat, ennenkuin ajastimen arvo 55 on ylitetty, niin 5 ajastin nollataan 56, ja algoritmi 57 (katso kuvio 3) asettelee PLL:n keskitaajuuden. PLL:n virheenkorjausalgoritmi suoritetaan, merkinantolaite ja ajastin nollataan 56 ja ultraäänigeneraattori palautetaan normaaliin toimintaan. Jos ajastimen arvo on ylitetty 55, niin ultraäänigeneraattori pysäytetään 58 ja käyttäjälle välitetään virheviesti edellä mainitun merkinantolaitteen avulla 58.

Lohkon 57 kuviossa 2 kaaviollisesti esittämä toiminta voidaan määrittellä kuviossa 3 esitetyllä algoritmilla. Algoritmin aloituksena on kiertokysely 59, 60 sen määrittämiseksi, onko värähtely aktivoitu 61 vai ei 62. Värähtelyn alkaessa käyttäjän iskutason määrittämiseksi asetteleman käskysisäänmenon ja todellisen iskutason välinen ero määritetään AGC-silmukan virhesignaalin tason avulla 63. Jos signaali ei ole nolla 64, niin ilmaistaan kuormitettu värähtelytila, mikä panee algoritmin menemään normaaliin toimintaan 65. Jos signaali on nolla 66, niin PLL:n virhesignaali tarkistetaan 67 sen määrittämiseksi, onko virhe olemassa 67. Jos virhe on olemassa 68, niin 25 algoritmi menee normaaliin toimintaan 69. Jos virhe ei ole nolla 70, niin tehdään virheen suunnan määrittäminen 71, 72 ja VCO:lle annetaan asetusinkrementti sopivassa suunnassa, joko suurentavana 73 tai pienentävänä 74. Sen jälkeen silmukan asettumisajan annetaan kulua 75 (aikavalvonta) ja 30 virhe tarkistetaan jälleen kerran 67. Tämä toistuu, kunnes virhe tulee nollaksi 68, minkä jälkeen järjestelmä palautetaan normaaliin toimintaan 69.

Oheisten piirustusten kuvioissa 4 - 7 esitetty työväline käsittää vaipan 110, joka on mieluummin tehty sähköä eristävästä muovimateriaalista. Vaipan sisällä on

- pietsosähköinen kidemuunnin, joka käsittää päällekkäin asetetut rengasmaiset pietsosähköiset kiteet 111. Kukin kide on mekaanisesti kytketty kuhunkin viereiseen kiteeseen, ja kullekin kiteelle syötetään vaihtosähköenergiaa
- 5 kiteen molemmiin puolin olevilla, vastakkaisen napaisuuden omaavilla elektrodeilla. Saman napaisuuden omaavat elektrodit 106 on muodostettu yhtenä osana työväliseen sisällä olevien johtimien lukumäärän pienentämiseksi. Muuntimen takapuolella on pietsosähköinen takaisinkytkentäkide 112, joka on mekaanisesti kytketty muuntimen ohjauskiteisiin ja on maatettu samaan pisteeseen kuin ohjauskiteet. Takaisinkytkentäkiteessä on myös ulkoneva elektrodi, joka on kytketty sähköjohtoon (ei esitetty) takaisinkytkentäsignaalin siirtämiseksi vaipan takaosassa
- 10 olevaan sähkökoskettimeen ja siitä liittimen kautta säätöpiiriin. Koko pietsosähköinen asennelma, ohjaus- ja takaisinkytkentäkiteet mukaanlukien, on sähköisesti eristetty etuohjaimesta 107 ja takaohjaimesta 132 eristävillä keraamisilla elementeillä 108 ja eristysholkilla 109. Ohjauskiteet, takaisinkytkentäkide ja niihin liittyvät elektrodit on sekä sisäsivulla että ulkosivulla sähköisesti eristetty polymeeripinnoitteella eristeen läpilyönnin estämiseksi kiteiden välillä ja eristävien keraamisten elementtien 108 välillä.
- 15 20 25 Muuntimessa on myös ulkoneva elektrodi 133, joka on kytketty sähköjohtoon (ei esitetty) suurtaajuuden sähköenergian siirtämiseksi etuohjaimeen 107 kudoksen dissektio- ja kuivaustarkoituksissa.
- 30 Muuntimen etupää päättyy renkaan muotoiseen laippaan 113, joka on asennettu vaipan sisäseinämää ja teräksistä välilevyä 115 vasten asetettuun kumipidikkeeseen 114. Muuntimen takapää on kiinnitetty värähtelyn eristävän liitoksen kautta kosketinlevyyn 116, joka on hermeettisesti liitetty vaippaan 110.

Pietsosähköisistä ohjauskiteistä ja takaisinkytkentäkiteestä lähtevät sähköjohdot päättyvät sähkökosketti-
miin 117 (kuvio 6) vaipan takapäässä. Sähkökoskettimet
5 kiinnittyvät toiminnallisesti niitä vastaaviin istukoihin
liittimessä 118, kun liitin yhdistetään vaippaan. Sähkö-
johdot on kytketty generaattoriin ja ohjauspiiriin liitti-
men takapäähän kiinnitetyllä kaapelilla 120. Liittimen
O-renkaat 133 eristävät kastelunesteen, imetyn nesteen ja
mahdolliset työvälineen ulkopuoliset nesteet toisistaan
10 sekä sähkökoskettimista. Ollessaan kiinnitettynä työväli-
neeseen liitin 118 samalla kiinnittyy ultraääniteho- ja
takaisinkytkentäjohtoihin, sähkökirurgian aktiiviseen joh-
timeen, imuputkeen ja kasteluputkeen. Työväline voidaan
siis steriloida kaapeloinnista riippumatta.

15 Muuntimen etupäähän on kiinnitetty ontto terä 121,
jossa on kiinnityskohdasta kauempana oleva kärki, joka
pystyy pilkkomaan kudosta muuntimen värähdyttäessä terää
ultraäänitaajuudella. Terän kiinnityskohdan puoleinen pää
on kierteistetty, ja tämän pään lähellä oleva kuusikulmion
20 muotoinen ulkopinta 122 mahdollistaa terän kiinnittämisen
kierteellä laippaan 113 kiinnitetyssä etulevyssä muuntimen
etupäässä olevaan vastaavaan kierteeseen. Etulevyn ympä-
rillä oleva välirengas 124 on kumipidikettä 114 vasten
siten, että aluslevyjen ja välilevyjen yhdistelmä muodos-
25 taa nesteenpitävän tiivisteen muuntimen etupään ympärille.
Tämä tiiviste on olennainen kastelunesteen estämiseksi
pääsemästä vaipan siihen osaan, joka sisältää muuntimen ja
tähän liittyvät komponentit.

30 Kasteluneste, tavallisesti suolaliuos, siirretään
terän kärkeen putken 126 sisäseinän ja terän 121 ulkosei-
nän välille muodostetun kanavan 125 kautta. Kasteluneste
saapuu kanavaan 125 vaipan alaosaan pitkin kulkevasta kana-
vasta 127, jota syötetään ulkoisesta säiliöstä liittimeen
118 päättyvän putken (ei esitetty) läpi.

Terä 121 ontto, mikä mahdollistaa pilkotun kudoksen imemisen operointikohdasta. Imu suoritetaan normaalisti imemällä onton terän läpi ja putken 128 (kuvio 5 ja kuvio 6) kautta, joka kulkee akselin suunnassa vaipan läpi ja liittimen kautta ulos.

Koska syötettävällä nesteellä, joka voi olla johtavaa, voi olla etuohjaimeen syötetyn suurtaajuusenergian sähköpotentiaali, niin käyttäjän turvallisuuden vuoksi vaaditaan riittävä eristytettäisyys irrotettavissa liittämiskohdissa. Putki 126 on siten suunniteltu suojaamaan vaippaa 110 säännösten vaatimalla eristytetäisyydellä. Liitin 118 voi myös suojata vaippaa 110 vaadittavan eristytetäisyyden aikaansaamiseksi.

Piirustuksissa esitetyssä suoritusmuodossa työväline on käsikäyttöinen ja kytkinmoduuli 129 on asennettu vaipan sisälle. Esitetty moduuli sisältää kaksi kytkintä, jotka on sähköisesti kytketty vaipan sisällä olevaan piirilevyyn työvälineen käyttämiseksi. On ymmärrettävää, että tämän keksinnön laitteessa käytettävässä työvälineessä voi olla enemmän kuin kaksi käsikytkintä tai että sitä voidaan käyttää jalkakytkimellä.

Patenttivaatimukset:

1. Sähköinen laite ultraäänitaajuudella toimivan
pietsosähköisen kiteen ohjaamiseksi kirurgisessa työväli-
5 neessä, jolla pilkotaan ja imetään kudosta, joka laite
käsittää jänniteohjatun oskillaattorin sarjassa vahvisti-
men ja ensimmäisen elektronisen säätösilmukan kanssa, joka
on kytketty pietsosähköisestä takaisinkytkentäkiteestä
vaihevertaimen ja silmukkasuotimen kautta jänniteohjattuun
10 oskillaattoriin, joka takaisinkytkentäkide on mekaanisesti
kytketty mainittuun muuntimeen ja muodostaa takaisinkyt-
kentäsignaalin, joka on muuntimen todellisen värähtelytaa-
juuden funktio, ja joka vaihevertain vertaa takaisinkyt-
kentäsignaalin ja ohjaussignaalin vaihetta ja muodostaa
15 säätösignaalin, joka pitää ohjaussignaalin muuntimen reso-
nanssitaajuudella, missä mainittu vahvistin on jännite-
lähdevahvistin, jolla on ulostulo, joka on kytketty piet-
sosähköiseen kidemuuntimeen ja tämän rinnalla olevaan vi-
rityskelaan.

20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että pietsosähköinen kidemuunnin on toi-
minnallisesti liitetty terään, jossa on erillinen kärki,
joka muunnin ohjaussignaalilla aktivoinnin jälkeen väräh-
dyttää terän kärkeä ultraäänellä siten, että kärki pystyy
25 pilkkomaan kudosta kirurgisessa operointikohdassa.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että työväline käsittää imulaitteen pil-
kotun kudoksen poistamiseksi mainitusta kirurgisesta ope-
rointikohdasta.

30 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että jännitelähdevahvistimen ulostuloon
on sarjaan kytketty pienen resistanssin omaava vastus sta-
biilisuuden lisäämiseksi.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n -
35 n e t t u siitä, että siihen kuuluu toinen säätösilmukka,

joka käsittää välineet muuntimen värähtelyn amplitudin mittaamiseksi ja amplitudisignaalin muodostamiseksi, välineet amplitudisignaalin vertaamiseksi käyttäjän asettelemaan käskysignaaliin sekä välineet värähtelyn pitämiseksi halutulla toiminta-amplitudilla kuormituksen vaihdellessa säätämällä ohjaussignaalia tarpeen mukaan amplituditason saattamiseksi käskysignaalitasoa vastaavaksi.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että toinen säätösilmukka käsittää muuttajan, joka muuttaa takaisinkytketyn tehollisen vaihtovirtasignaalin tasavirtasignaaliksi.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että rajoitin on kytketty toisen säätösilmukan ulostuloon, minkä avulla käyttäjä voi asetella silmukan ja rajoittaa maksimivirhesignaaliulostulon, millä saadaan aikaan kudosselektiivisyys.

8. Valvontajärjestelmä yhden tai useamman säätösilmukan tarkkailemiseksi mainitun silmukan tai mainittujen silmukoiden säätämien toimintojen aikana esiintyvien virhetilojen ilmaisemiseksi ja niihin reagoimiseksi, joka järjestelmä käsittää mikroprosessorin, joka on kytketty analogi-digitaalimuuntimeen ja valitsimeen, missä kunkin säätösilmukan ulostulo syötetään valitsimeen, valitsimen ulostulo muunnetaan digitaalimuotoon muuntimessa digitaalisen tulosignaalin muodostamiseksi, joka käsitellään mikroprosessorissa virhetilan korjaamiseksi tarkoituksenmukaisen algoritmin avulla.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen valvontajärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että tarkkailtava elektroninen säätösilmukka on laitteeseen kuuluva taajuudensäätösilmukka, joka ohjaa ultraäänitaajuudella toimivaa, piezosähköistä kidemuunninta kirurgisessa työvälineessä, jolla pilkotaan ja imetään kudosta, joka laite käsittää jänniteohjatun oskillaattorin sarjassa vahvistimen ja ensimmäisen elektronisen säätösilmukan kanssa, joka on kytketty

pietsosähköisestä takaisinkytkentäkiteestä vaihevertaimen ja silmukkasuotimen kautta jänniteohjattuun oskillaattoriin, joka takaisinkytkentäkide on mekaanisesti kytketty mainittuun muuntimeen ja muodostaa takaisinkytkentäsignaalin, joka on muuntimen todellisen värähtelytaajuuden funktio, ja joka vaihevertain vertaa takaisinkytkentäsignaalin ja ohjaussignaalin vaihetta ja muodostaa säätösignaalin, joka pitää ohjaussignaalin muuntimen resonanssitaajuudella, missä mainittu vahvistin on jännitelähdevahvistin, jolla on ulostulo, joka on kytketty pietsosähköiseen kide-
muuntimeen ja tämän rinnalla olevaan virityskelaan.

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen valvontajärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että tarkkailtava elektroninen säätösilmukka on amplitudivahvistuksen säätösilmukka, joka käsittää välineet ultraäänitaajuudella toimivan pietsosähköisen kidemuuntimen värähtelyn amplitudin mittaamiseksi ja amplitudisignaalin muodostamiseksi, välineet amplitudisignaalin vertaamiseksi käyttäjän asettelemaan käskysignaaliin sekä välineet värähtelyn pitämiseksi halutulla toiminta-amplitudilla kuormituksen vaihdellessa säätämällä ohjaussignaalia tarpeen mukaan amplituditason saattamiseksi käskysignaalitasoa vastaavaksi.

11. Yhdistelmälaite ja valvontajärjestelmä ultraäänitaajuudella toimivan pietsosähköisen kidemuuntimen ohjaamiseksi, tarkkailemiseksi ja säätämiseksi kirurgisessa työvälineessä, jolla pilkotaan ja imetään kudosta, t u n n e t t u siitä, että ne käsittävät jänniteohjatun oskillaattorin sarjassa vahvistimen ja ensimmäisen elektronisen säätösilmukan kanssa, joka on kytketty pietsosähköisestä takaisinkytkentäkiteestä vaihevertaimen ja silmukkasuotimen kautta jänniteohjattuun oskillaattoriin, joka takaisinkytkentäkide on mekaanisesti kytketty mainittuun muuntimeen ja muodostaa takaisinkytkentäsignaalin, joka on muuntimen todellisen värähtelytaajuuden funktio, ja joka vaihevertain vertaa takaisinkytkentäsignaalin ja

ohjaussignaalin vaihetta ja muodostaa säätösignaalin, joka pitää ohjaussignaalin muuntimen resonanssitaajuudella, missä mainittu vahvistin on jännitelähddevahvistin, jolla on ulostulo, joka on kytketty pietsosähköiseen kidemuuntimeen ja tämän rinnalla olevaan virityskelaan; toisen säätösilmukan, joka käsittää välineet muuntimen värähtelyn amplitudin mittaamiseksi ja amplitudisignaalin muodostamiseksi, välineet amplitudisignaalin vertaamiseksi käyttäjän asettelemaan käskysignaaliin sekä välineet värähtelyn pitämiseksi halutulla toiminta-amplitudilla kuormituksen vaihdellessa säätämällä ohjaussignaalia tarpeen mukaan amplituditason saattamiseksi käskysignaalitasoa vastaavaksi; sekä valvontajärjestelmän mainitun ensimmäisen ja toisen säätösilmukan tarkkailemista varten mainittujen säätösilmukoiden säätämien toimintojen aikana esiintyvien virhetilojen ilmaisemiseksi ja niihin reagoimiseksi, joka järjestelmä käsittää mikroprosessorin, joka on kytketty analogi-digitaalimuuntimeen ja valitsimeen, missä kunkin säätösilmukan ulostulo syötetään valitsimeen, valitsimesta lähtevä ulostulo muunnetaan digitaalimuotoon muuntimessa tulosignaalin muodostamiseksi, joka käsitellään mikroprosessorissa, joka reagoi tarkoituksenmukaisen algoritmin avulla virhetilan korjaamiseksi.

Patentkrav:

1. En elektrisk apparat för drivning av en piezo-
elektrisk kristalltransduktor i ultraljudsområdet, i ett
5 kirurgiskt verktyg, med vilket vävnad skäres och suges,
vilken omfattar en spänningsstyrd oskillator i serie med
en förstärkare och en första elektronisk styrslinga, som
är kopplad från en piezoelektrisk återkopplingskristall
10 genom en faskomparator och ett slingfilter till den spän-
ningsstabiliserade oskillatorn, där sagda återkopplings-
kristall är mekaniskt kopplad till sagda transduktor och
ger en återkopplingssignal som är en funktion av den
egentliga vibrationsfrekvensen hos transduktorn och där
15 faskomparatorn jämför återkopplingssignalens och driv-
signalens fas, och ger en styrsignal som upprätthåller
drivsignalen på transduktorns resonansfrekvens, där sagda
förstärkare är en spänningskällförstärkare med en utsignal
som är kopplad till den piezoelektriska kristalltransduk-
torn och en avstärningsinduktans parallelt med denna.

20 2. En apparat enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a d av, att den piezoelektriska kristalltrans-
duktorn är operativt kopplad till ett verktyg som har en
bortre spets, där sagda transduktor, vid aktivering av en
drivsignal, vibrerar verktygsspetsen i ultraljudsområdet,
25 så att spetsen förmår fragmentera vävnad i ett operations-
område.

3. En apparat enligt patentkrav 2, k ä n n e -
t e c k n a d av, att verktyget omfattar sugdon för av-
lägsning av fragmenterad vävnad från sagda operations-
30 område.

4. En apparat enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a d av, att ett lågvärdigt motstånd är kopplat
i serie med utgången på spänningskällförstärkaren, för att
öka stabiliteten.

5. En apparat enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a d av, att den omfattar en andra styrslinga
som består av don för avkänning av vibrationsamplituden
hos transduktorn och ger en amplitudsignal, don för jäm-
5 förelse av amplitudsignalen med en kommandosignal, som är
reglerbar av en operatör, och don för upprätthållande av
vibrationen vid en önskad operativ amplitud under varie-
rande belastningar genom reglering av drivsignalen som
fordras för att bringa amplitudnivån i överensstämmelse
10 med nivån på kommandosignalen.

6. En apparat enligt patentkrav 5, k ä n n e -
t e c k n a d av, att den andra styrslingan omfattar en
omvandlare som omvandlar den effektiva växelströmsåter-
kopplingssignalen till likström.

15 7. En apparat enligt patentkrav 5, k ä n n e -
t e c k n a d av, att en begränsare är kopplad till ut-
gången på den andra styrslingan, varvid slingans maximala
felutsignal kan regleras och begränsas av en operatör, för
att uppnå vävnadsselektivitet.

20 8. Ett styrsystem för övervakning av en eller fler
elektroniska styrslingor, för att upptäcka och reagera på
felförhållanden som uppträder under operationer styrda av
sagda slinga eller slingor, där systemet omfattar en
mikroprocessor kopplad till en analog-digital-omvandlare
25 och en multiplexer, där multiplexerns utsignal omvandlas
till digital form i omvandlaren, för att ge en digital
ingångssignal som behandlas i mikroprocessorn, för att
reagera med en passande algoritm för att korrigera felför-
hållandet.

30 9. Ett styrsystem enligt patentkrav 8, k ä n n e -
t e c k n a t av, att den elektroniska styrslingan som
övervaks är en frekvensstyrslinga inorporerad i en appa-
rat för drivning av en piezoelektrisk kristalltransduktor
i ultraljudsområdet i ett kirurgiskt verktyg, för fragmen-
35 tering och sugning av vävnad, där apparaten omfattar en

spänningsstyrd oskillator i serie med en förstärkare och sagda frekvensslinga, kopplad från en piezoelektrisk återkopplingskristall genom en faskomparator och ett slingfilter till den spänningsstabiliserade oskillatorn, där sagda återkopplingskristall är mekaniskt kopplad till sagda transduktor och ger en återkopplingssignal som är en funktion av den egentliga vibrationsfrekvensen hos transduktorn och där faskomparatorn jämför återkopplingssignalens och drivsignalens fas, och ger en styrsignal som upprätthåller drivsignalen på transduktorns resonansfrekvens, där sagda förstärkare är en spänningskällförstärkare med en utsignal som är kopplad till den piezoelektriska kristalltransduktorn och en avstärningsinduktans parallelt med denna.

10. Ett styrsystem enligt patentkrav 8, k ä n - n e t e c k n a t av, att den elektriska styrslingan som övervakas är en amplitudförstärkt styrslinga som omfattar don för avkänning av vibrationsamplituden hos en piezoelektrisk kristalltransduktor i ultraljudsområdet och ger en amplitudsignal, don för jämförelse av amplitudsignalen med en kommandosignal, som är reglerbar av en operatör, och don för upprätthållande av vibrationen vid en önskad operativ amplitud under varierande belastningar genom reglering av drivsignalen som fordras för att bringa amplitudnivån i överensstämmelse med nivån på kommandosignalen.

11. En kombination av apparat och styrsystem för drivning, övervakning och styrning av en piezoelektrisk kristalltransduktor i ultraljudsområdet i ett kirurgiskt varktyg för fragmentering och sugning av vävnad, k ä n - n e t e c k n a d av, att den omfattar en spänningsstyrd oskillator i serie med en förstärkare och en första elektronisk styrslinga, kopplad från en piezoelektrisk återkopplingskristall genom en faskomparator och ett slingfilter till den spänningsstabiliserade oskillatorn, där sagda återkopplingskristall är mekaniskt kopplad till

sagda transduktor och ger en återkopplingssignal som är en funktion av den egentliga vibrationsfrekvensen hos transduktorn och där faskomparatorn jämför återkopplingssignalens och drivsignalens fas, och ger en styrsignal som upprätthåller drivsignalen på transduktorns resonansfrekvens, där sagda förstärkare är en spänningskällförstärkare med en utsignal som är kopplad till den piezoelektriska kristalltransduktorn och en avstämningsinduktans parallelt med denna; en andra styrslinga som består av don för avkänning av vibrationsamplituden hos transduktorn och ger en amplitudsignal, don för jämförelse av amplitudsignalen med en kommandosignal, som är reglerbar av en operatör, och don för upprätthållande av vibrationen vid en önskad operativ amplitud under varierande belastningar genom reglering av drivsignalen som fordras för att bringa amplitudnivån i överensstämmelse med nivån på kommandosignalen; ett styrsystem för övervakning av sagda första och andra elektroniska styrslinga, för att upptäcka och reagera på felförhållanden som uppträder under operationer styrda av sagda slingor, där systemet omfattar en mikroprocessor kopplad till en analog-digital-omvandlare och en multiplexer, där multiplexerns utsignal omvandlas till digital form i omvandlaren, för att ge en digital ingångssignal som behandlas i mikroprocessorn, som reagerar med en passande algoritm för att korrigera felförhållandet.

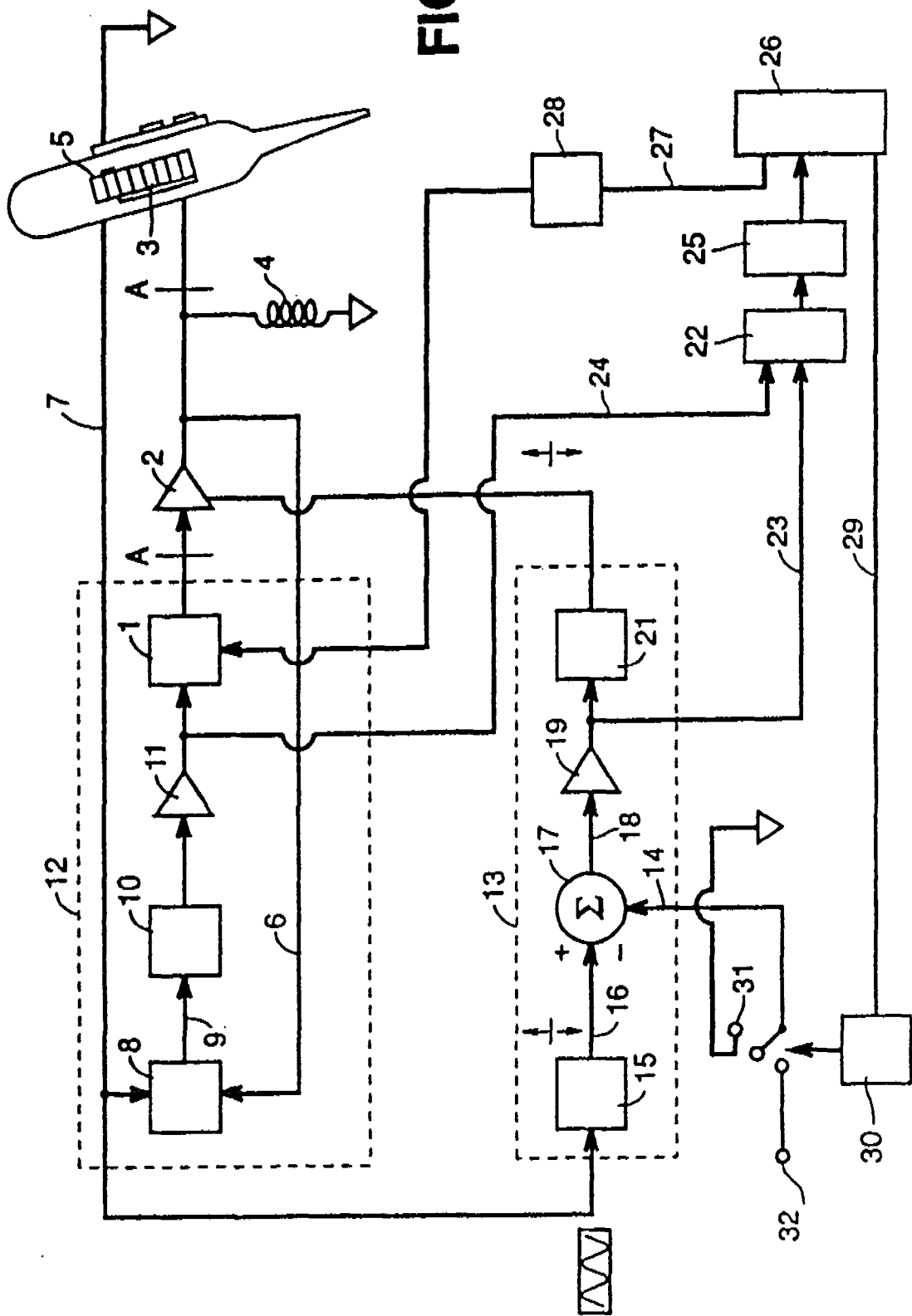


FIG. 1

FIG. 1A

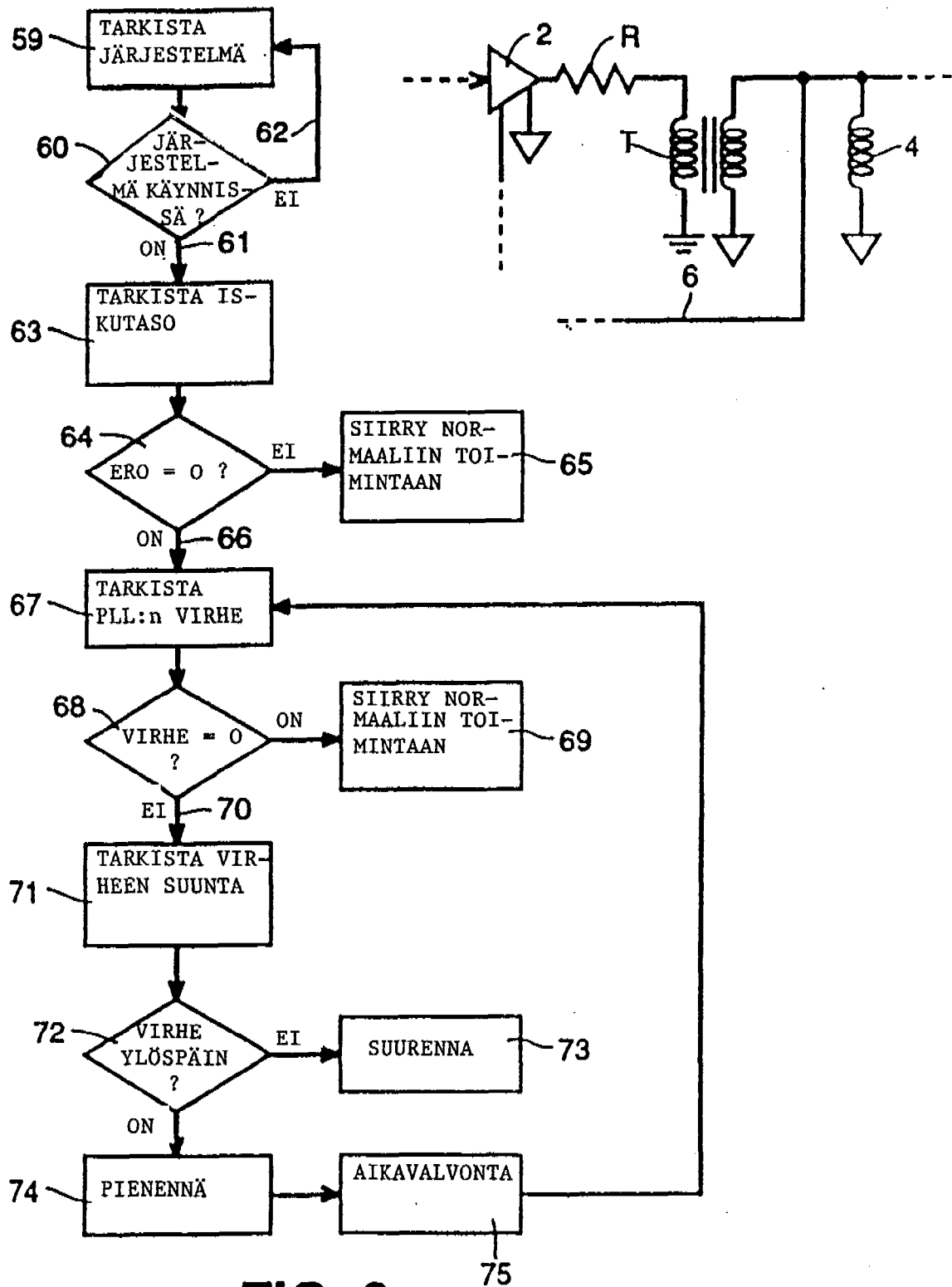


FIG. 3

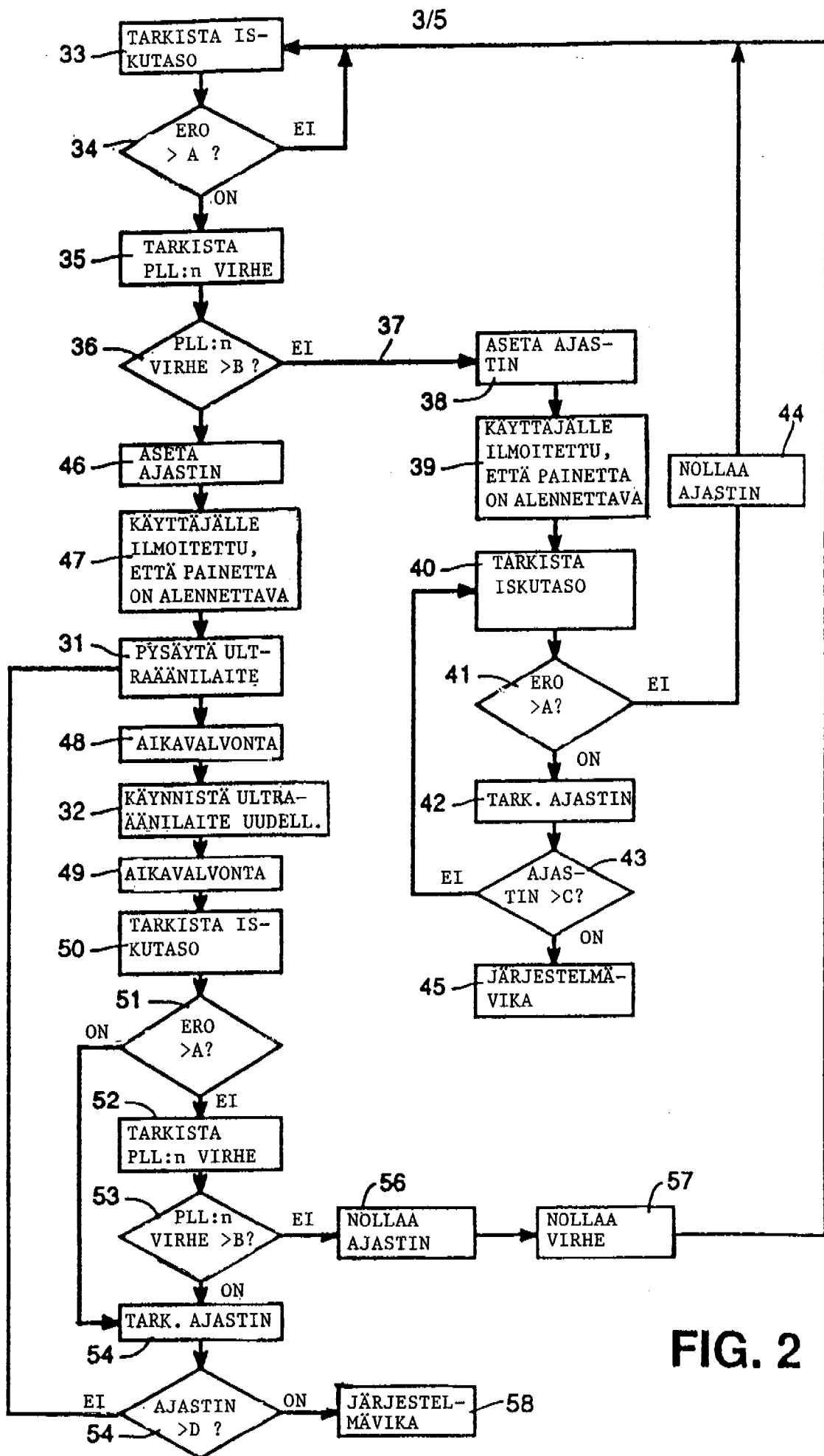
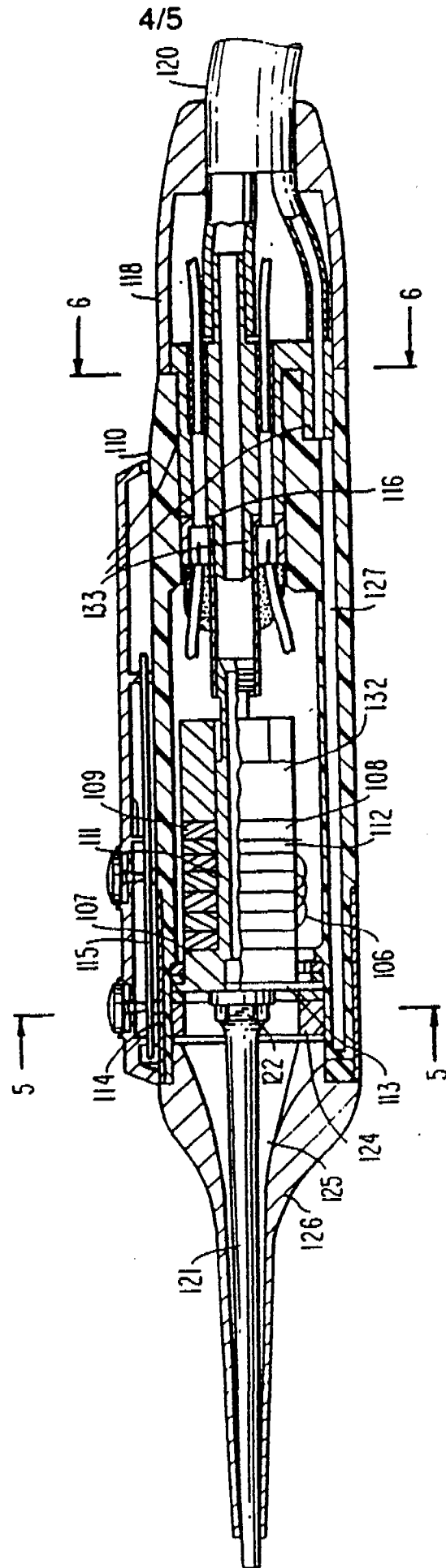


FIG. 2

FIG. 4



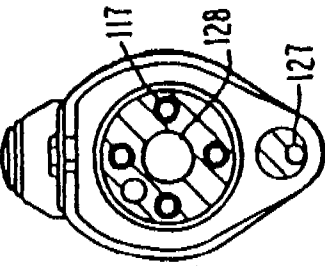


FIG. 5

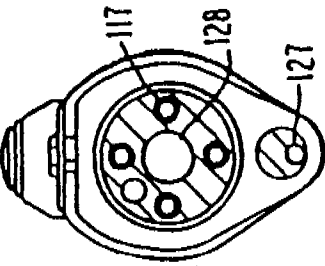


FIG. 6

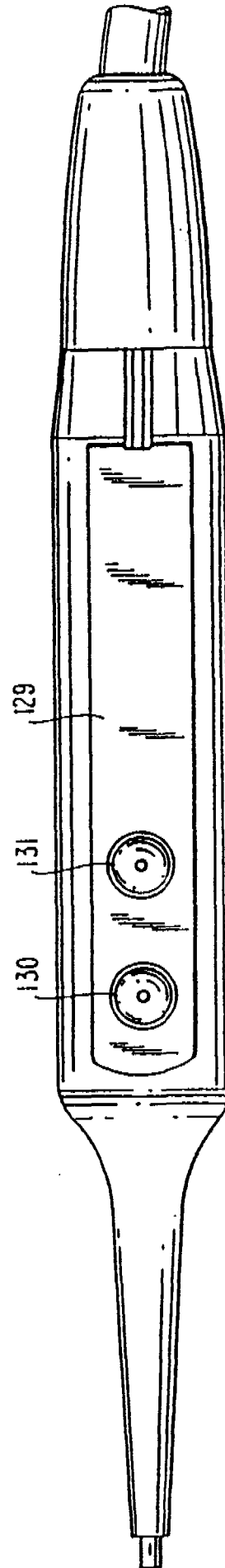


FIG. 7

PATENTTIHAKEMUS NRO	LUOKITUS
943649	A61B 17/36, B06B 1/02

TUTKITTU AINEISTO
Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat
Tiedonhaut ja muu aineisto

VIITEJULKAISUT		
Kategoria^{*)}	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este		
Päiväys 17.6.1999	Tutkija Ann-Charlotte Kahlson-Sjöblom	