

(19)



(10)

LT 4411 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patent numeris: **4411**

(51) Int. Cl.⁶: **A61N 5/06**

(21) Paraiškos numeris: **97-171**

(22) Paraiškos padavimo data: **1997 10 30**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1998 06 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1998 11 25**

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/US95/03963**

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **1995 03 31**

(85) Nacionalinės procedūros pradžia: **1997 10 30**

(72) Išradėjas:

Bellinger Garry J. , US

(73) Patent savininkas:

Laser BioTherapy, Inc., 1200 Ford Rd., Suite 146, Dallas, Texas 75248, US

(74) Patentinis patikėtinis:

Reda Žabolienė, 7, UAB "Metida", Pilies g. 8/1-2, 2600 MTP Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Įtaisas biologinio audinio stimuliavimui optine energija

(57) Referatas:

Išradimas skirtas gyvo biologinio audinio įtaisui, būtent, minkšto gyvo audinio stimuliavimo lazeriui. Gyvo subjekto biologinis audinys yra švitinamas optine energija, kurios bangos ilgis ir galia parinkti taip, kad ji būtų absorbuota audiniu ir paversta šiluma, kurios pakaktų pakelti švitinamo audinio vidutinę temperatūrą aukščiau bazinės kūno temperatūros, bet kuri būtų žemesnė, nei temperatūra, kuriai esant audinys virsta kolagenine medžiaga. Pagal siūlomą būdą audinio viduje sukuriamas terapinis šiluminis poveikis, nepažeidžiantis audinio jo perdėtu įkaitinimu. Būdui įgyvendinti naudojama žemos galios reaktyvinė lazerio sistema, kurios galia 100-800 milivatų, veikianti tiek pulso, tiek ištisiniu režimu. Buvo rasta, kad Nd: YAG lazeris, veikiantis pagrindiniu 1064 nanometrų bangos ilgiu, sumažina skausmą minkštuose audiniuose, slopina uždegimą ir pagreitina audinio gijimą stimuliuojant mikrocirkuliaciją, ir nepažeidžia gyvo audinio perdėtu šiluminiu poveikiu.

Išradimas skirtas gyvo biologinio audinio gydymui optiniu švitinimu ir, ypačiai, minkšto, gyvo audinio stimuliavimo lazeriniu švitinimu būdu.

Yra naudojamos įvairios nechirurginės priemonės gyvo audinio terapiniam gydymui. Jas sudaro stimuliavimas elektra, aukšto dažnio diatermija, švitinimas rentgeno spinduliais ir mikrobangomis. Tokie metodai, kaip stimuliavimas elektra, diatermija, švitinimas rentgeno spinduliais ir mikrobangomis teigiamai veikia minkštus audinius. Tačiau jų naudojimas yra šiek tiek ribotas dėl žalos audiniui, kurią padaro perdėtas šiluminis poveikis. Dėl šios priežasties energijos, susijusios su terapiniu gydymu diatermija, rentgeno spinduliais, mikrobangomis ir elektra, dydžiai yra taip apriboti, kad kartais pastebimas tik labai nedidelis teigiamas poveikis arba nepastebima jokie poveikio. Be to, mikrobangų ir rentgeno spindulių dozavimas ar poveikio trukmė turi būti labai atidžiai kontroliuojami, siekiant išvengti sveikatos problemų, susijusių su perdėtu švitinimu. Ultragarso energija nėra absorbuojama tinkamiausiu būdu ir veikia aplinkinius audinius.

Lazeriais generuojama optinė energija taikoma įvairiems medicinos ir chirurgijos tikslams dėl monochromatinės ir koherentinės lazerio šviesos prigimties, kuri gali būti pasirinktinai absorbuota gyvu audiniu priklausomai nuo šviesos bangų ilgio tam tikrų charakteristikų ir švitinamo audinio savybių, įskaitant atspindžio, absorbcijos, sklaidos koeficientus, šilumos laidumą ir šilumos difuzijos pastoviąją. Atspindžio, absorbcijos ir sklaidos koeficientai priklauso nuo optinio švitinimo bangos ilgio. Yra žinoma, kad absorbcijos koeficientas priklauso nuo tokių faktorių, kaip tarpbanginė sandūra, laisvųjų elektronų absorbcija, kristalų tinklo absorbcija (fononų absorbcija), kurie priklauso nuo optinio švitinimo bangos ilgio.

Vanduo yra gyvo audinio pagrindinis komponentas, kurio absorbcijos juosta dėl vandens molekulių vibracijos yra infraraudonųjų spindulių diapazone. Optiniame diapazone absorbcija vyksta audinyje esančio hemoglobino dėka. Be to, gyvo audinio sklaidos koeficientas yra dominuojantis faktorius.

Tuo būdu, lazerio šviesa, veikianti audinį, gali prasiskverbti pro jį, beveik nesusilpnėdama, arba gali būti beveik visiškai absorbuota. Audinio įkaitinimo ir, galiausiai, jo pažeidimo dydis priklauso nuo optinės energijos, sugeriamos audiniu, dydžio. Geriausia, kad lazerio šviesai būtų pralaidus audinys, kurio nepageidautina paveikti, ir kad ji būtų absorbuota audiniu, kurį norima paveikti. Pavyzdžiui, jei lazeriu švitinamas šlapias nuo kraujo ar vandens audinys, pageidautina, kad optinė energija nebūtų absorbuota vandeniu ar krauju, o būtų nukreipta tik į gydomą audinį. Kitas lazerinio gydymo privalumas yra tai, kad optinė energija gali būti nukreipta į gydomus audinius labai tiksliai ir iš anksto nustatytais, ribotais dydžiais.

Yra žinoma, kad rubino ir argono lazeriai spinduliuoja optinę energiją elektromagnetinio spektro matomoje dalyje, ir yra sėkmingai naudojami oftalmologijos srityje iš naujo pritvirtinti akių tinklainę prie po ja esančios akies gyslainės ir gydyti glaukomą, perforuojant priekinės akies dalis, siekiant sumažinti akies vidinį slėgį. Rubino lazerio energijos bangos ilgis yra 694 nanometrai ir yra optinio spektro raudonojoje dalyje. Argono lazerio energijos bangos ilgis yra 488 ir 515 nanometrai ir, tuo būdu, atsiduria optinio spektro mėlynojoje-žaliojoje dalyje. Vanduo minimaliai absorbuoja rubino ir argono lazerio spindulius, bet juos intensyviai absorbuoja kraujo chromogeno hemoglobinas. Tuo būdu, rubino ir argono lazerio energija yra menkai absorbuojama bepigmentiniais audiniais, tokiais, kaip akies rageną, lęšiukas ir stiklakūnio skystis, bet puikiai absorbuojama pigmentine tinklaine, kur ji gali iššaukti šiluminį efektą.

Kitos rūšies lazeris, kuris gali būti pritaikytas chirurgijoje, yra anglies dvideginio (CO₂) dujų lazeris, kurio spinduliuojamas optinis spindulys yra intensyviai absorbuojamas vandeniu. CO₂ lazerio bangos ilgis yra 10,6 mikrometrų ir todėl jis yra elektromagnetinio spektro nematomojoje infraraudonųjų spindulių srityje, ir yra absorbuojamas visais turinčiais daug vandens minkštais audiniais, nepriklausomai nuo jų spalvos. Tuo būdu, CO₂ lazeris veikia kaip puikus skalpelis ir garintuvas. Kadangi jis yra visiškai absorbuojamas, jo prasiskverbimo gylis yra nedidelis ir gali būti valdomas labai tiksliai gydomo audinio paviršiaus atžvilgiu. CO₂ lazeris yra puikiai pritaikytas

naudoti įvairiose chirurginėse procedūrose, kuriose yra būtina išgarinti ar koaguluoti neutralų audinį, minimaliai termiškai pažeidžiant gretimus audinius.

Kitas plačiai naudojamas lazeris yra neodimo itrio-aluminio-granato (Nd:YAG) lazeris. Nd:YAG lazerio veikimas yra iš anksto nustatytas ties antriniu bangos ilgiu, kuris yra lygus 1320 nanometrų ir yra šalia elektromagnetinio spektro infraraudonųjų spindulių srities. Nd:YAG lazerio optinė emisija yra didesne dalimi absorbuojama krauju, nei vandeniui, todėl jis ypatingai parankus koaguluoti dideles, kraujuojančias kraujagysles. Nd:YAG lazeris, kurio bangos ilgis 1320 nanometrų, endoskopo pagalba įterpiamas gydyti įvairias gastrointestines kraujuojančias žaizdas, tokias, kaip stemplės varikozė, virškinamojo trakto opas ir arterines-venines anomalijas. Tokie lazerio energijos panaudojimai ypatingai tinka ten, kur yra pageidaujami dideli šiluminiai efektai, tokie, kaip audinio garinimas, prideginimas, koaguliavimas, ir taip pat ten, kur reikalingas chirurginis skalpelis.

JAV patentuose US 3 456 651, US 3 720 213, US 4 141 362, US 4 144 888, US 4 367 729, US 4 561 440, US 4 573 465, US 4 589 404, US 4 601 288, US 4 604 992, US 4 672 969, US 4 692 924, US 4 705 036, US 4 931 053, US 4 966 144 atskleisti gyvo audinio terapinio gydymo lazeriniu švitinimu aparatai ir būdai.

US 4 672 969, US 4 931 053 ir US 4 966 144 patentuose geriausiai aprašyta žinoma technikos sritis. Šiuose patentuose aprašyti konkretūs, specifiniai lazerio energijos panaudojimai. US 4 672 969 patente aptartas Nd:YAG lazerio, veikiančio antriniu bangos ilgiu, kuris yra 1320 nanometrų, pritaikymas. Patente atskleista, kad Nd:YAG lazeriai normaliai veikia, esant bangos ilgiui 1060 nanometrų. Šio patento tikslas - naudoti lazerį žaizdų gydymui ir biologinio audinio atstatymui. Lazerio energija paverčiama šiluma, suskaidančia audinį į kolageno elementus, kurie veikia kaip "biologiniai klijai".

US 4 931 053 patente aprašytas dviejų lazerio spindulių matomame raudonųjų ar infraraudonųjų spindulių spektre bei ypatingai žemos galios lazerių panaudojimas švitinti audinį. Naudojami helio-neono ar kriptono lazeriai. Bangos ilgis yra 610-660 nanometrų, o išėjimo galia - 0,15 milivatų.

US 4 966 144 patente aprašytas koherentinis ar nekoherentinis helio-neono lazerio, kurio bangos ilgis 632 nanometrų ir intensyvumas 16 milivatų/cm², ar argono lazerio, generuojančio šviesą 465 ar 520 nanometrų bangos ilgiu, esant intensyvumui apie 40 milivatų/cm², veikimas. Be to, šiame patente aprašytas dvietapis procesas, įgyvendinant išradime gvildenamą būdą: pirmasis gydymas, kuomet audinys yra atidengtas chirurginės operacijos metu, ir antrasis gydymas, uždarius audinį.

Įprastų lazerių panaudojimas tokiems tikslams, kaip minkštų audinių stimuliavimas, siekiant sumažinti skausmą ir uždegimą, o taip pat mikrocirkuliacijos stimuliavimas, siekiant sutrumpinti gijimo laiką, atliekamas, esant labai žemiems energijos lygmenims, paprastai gerokai žemiau 100 milivatų. Nepaisant kai kurių terapinių privalumų, gydymo laikas buvo nepriimtina ilgas.

Tuo būdu, išradimo tikslas yra saugus ir efektyvus aktyviosios lazerio energijos pritaikymo gyvojo audinio terapiniam gydymui būdas, siekiant, pavyzdžiui, sumažinti skausmą, uždegimą, esant aukštesniems energijos lygmenims, ir pagerinti audinio gijimą mikrocirkuliacijos stimuliavimu, nesukeliant audinį pažeidžiančių šiluminių efektų. Šis būdas sutrumpina gydymo laiką labiau, nei bet koks žinomas iki šiol.

Buvo pastebėta, kad, naudojant žemos galios reaktyviąją lazerio sistemą nuo 100 milivatų iki 800 milivatų, veikiančią tiek pulsuojančiu, tiek ištisiniu režimu, optinė energija, pagaminta Nd:YAG lazeriu, kuomet bangos ilgis yra 1064 nanometrai, sumažina skausmą minkštuose audiniuose, sumažina uždegimą ir pagreitina audinio gijimą, stimuliuodama mikrocirkuliaciją ir nepažeisdama gyvojo audinio šiluminiais efektais. Pagal alternatyvų būdą optinė energija yra pagaminta neodimio itrio-ličio-fluorido (Nd:YLF) lazeriu, esant bangos ilgiui 1055 nanometrai, arba kitu lazeriu, kurio bangos ilgis yra diapazone nuo 1000 iki 1150 nanometrų. Gyvasis audinys švitinamas optine energija, nustačius tokį bangos ilgį ir energijos sklaidos lygmenį, kad audiniu absorbuota optinė energija paverčiama šiluma, kurios pakanka pakelti vidutinę švitinamo audinio temperatūrą iki lygio, aukštesnio, nei bazinė kūno temperatūra, bet neviršijančio dydžio, kuomet audinys paverčiamas kolagenine

medžiaga. Bangos ilgis, taško ar spindulio dydis, energijos dydis, poveikio trukmė yra atidžiai kontroliuojami, siekiant sukelti pastebimą šildymo efektą švitinamame audinyje, bet nepažeisti jo perkaitinant.

Nei viename iš žinomų technikos lygių tai nepaminėta. Kaip minėta, Nd:YAG lazeris veikia 1064 nonametrų pirminiu bangos ilgiu ir 80-100 milivatų galingumu, o Nd:YLF lazeris veikia 1055 nonametrų bangos ilgiu tame pačiame galingumo diapazone. Nei US 4 931 053 patente, nei US 4 966 144 patente nepaminėta tai, kad Nd:YAG lazeris galėtų būti panaudotas šiuo konkrečiu būdu. Abiejuose šiuose patentuose minimo lazerio bangos ilgis tesudaro pusę to, kas paminėta šiame išradime. Faktiškai, US 4 931 053 patente aprašytas dviejų spindulių, o ne vieno, panaudojimas. Nei viename žinomame technikos lygyje neatskleistas Nd:YAG lazerio panaudojimas pirminiu 1064 nonametrų bangos ilgiu.

Sekančioje lentelėje palyginami US 4 931 053, US 4 966 144 ir US 4 672 969 patentuose minimų lazerių rodikliai su aprašytuoju šiame išradime.

Patentas	Lazerio tipas	Bangos ilgis (NM)	Galia (MW)	Paskirtis
US 4 672 969	Nd:YAG	1320	1000-5000	Skalpelis
US 4 931 053	He-Ne	633	0,15	Gydymas
US 4 966 144	Ne-Ne	632	16	Gydymas
	Ar	520	80	
Šis išradimas	Nd:YAG	1064	100-800	Gydymas

Nei viename žinomame technikos lygyje net neužsiminta apie Nd:YAG lazerio panaudojimą tokiu būdu ir galingumu, gaunant pageidaujamus rezultatus.

Pagal siūlomą išradimą lazerio energiją gamina Nd:YAG lazeris, esant pagrindiniam bangos ilgiui 1064 nonametrų ir išėjimo galiai 100-800 milivatų. Lazerio optinė energija yra nukreipiama į kūno sritis, kur reikia sumažinti raumenų spazmas, suaktyvinti cirkuliaciją, sumažinti skausmą ar pagreitinti audinio gijimą. Paviršiaus sritis pažymima ir audinys švitinimas lazerio spinduliu tam tikrą laiką ir tam tikru intensyvumu, kurie būtini, norint pasiekti pageidaujamą terapinį efektą. Švitinamo audinio energijos tankis nustatomas 1-15 J/cm² ribose. Gydomo intensyvumas ir trukmė nustatomi pagal gydomo

audinio charakteristiką, pageidaujamo prasiskverbimo gylį, sužeidimo laipsnį ir paciento būklę.

Buvo pademonstruotas terapinis gydymas, stimuliuojant mikrocirkuliaciją žemo lygio reaktyvine lazerio sistema, siekiant numalšinti skausmą, sumažinti uždegimą ir pagreitinti pažeisto audinio gijimą. Visa tai buvo sėkmingai atlikta, nesukeliant jokio žalingo audiniui šiluminio poveikio. Lazerio šaltinis buvo Nd:YAG lazerio rezonatorius. Jo pagrindinis bangos ilgis buvo 1064 nanometrai, o spindulio energijos išėjimas buvo valdomas tarp 100 ir 800 milivatų. Lazeris galėjo veikti tiek pulso, tiek ištisiniu režimu, o jo išėjimas buvo valdomas taimeriu ribose tarp 0,1 ir 9,9 minučių. Aktyvusis pulsas buvo nustatytas tarp 0,1-9,9 sek 0,1 sek intervalais. Pasyvusis pulsas taip pat buvo nustatytas tarp 0,1-9,9 sek 0,1 sek intervalais. Nd:YAG lazerio spindulys veikia šalia elektromagnetinio spektro infraraudonosios dalies 1064 nanometrų bangos ilgiu, todėl nėra matomas.

Kaip matyti fig.1, lazeris 1 sukuria spindulį 2, kuris išeina iš lazerio galvutės bangolaidinio šakotuvo išėjimo ir yra valdomas pora centravimo prizmių 3, prieš praeinant pro kintančio skersmens, neutralaus tankio atenuatorių 4. Praėjęs pro atenuatorių 4 šviesos spindulys linzės 5, kurios židinio ilgis yra 90 mm, pagalba fokusuojamas į artimiausią optinio pluošto kabelio 6 galą. Spindulys nukreipiamas į tikslą lanksčiu kvarciniu pluoštu ir rankiniu fokusavimo įrankiu 7.

Pagrindinis spindulio atenuatorius 8 yra pertraukiklis, įrengtas už lazerio galvutės tarp bangolaidinio šakotuvo išėjimo ir brėžinyje neparodyto spindulio valdymo veidrodžio. Jį sudaro keturi komponentai: 90 laipsnių atspindžio prizmė 9, pertraukiklio svertas 10, pertraukiklio montavimo apkaba (neparodyta) ir sužadinimo solenoidas 11. Prizmė 9 yra pritvirtinta prie pertraukiklio taip, kad normalioje uždaroje padėtyje ji pertraukia lazerio spindulį 2 ir nukreipia jį žemyn (brėžinyje neparodyta). Solenoidas 11 sužadinamas, kuomet yra parinktas išėjimo kanalas ir nuspaustas neparodytas kojinis pedalas. Taip pakeliamas pertraukiklio svertas 9 ir leidžiama spinduliui praeiti. Kuomet solenoido svertas yra neaktyvus, pertraukiklis užsidaro.

Optinę energiją sukuria koherentinės šviesos šaltinis, geriausiu atveju - lazeris, turintis 1064 nanometrų bangos ilgį šalia elektromagnetinio spektro

infraraudonųjų spindulių srities. Lazeris turi optinio pluošto bangolaidį ir bangolaidinį šakotuvą, skirtus nukreipti optinės energijos spindulį į audinio paviršių. Optinio švitinimo energija yra valdoma ir taikoma taip, kad būtų sukurtas minimalus absorbcijos lygis švitinamame audinyje, kuris pakeltų švitinamo audinio vidutinę temperatūrą iki temperatūros, aukštesnės nei bazinė kūno temperatūra, bet kuris neviršytų maksimalaus absorbcijos lygio, galinčio paversti švitinamą audinį kolagenine medžiaga.

Bandymais buvo nustatyta, kad aukščiau minėtas sąlygas tenkina Nd:YAG lazeris, veikiantis 1064 nanometrų ilgio bangomis, esant išėjimo galiai 100-800 milivatų. Fokusuotas lazerio spindulys sukuria 1-15 J/cm² energijos tankį audinio gydymo vietoje.

Buvo pastebėti tam tikri fiziologiniai mechanizmai audinyje ir ląstelėje, taikant aukščiau minėtą būdą. Pavyzdžiui, įvertinant mikrocirkuliacinę sistemą, buvo pastebėta, kad kraujagyslių sienelės pasižymi fotojautrumu. Švitinant kraujagyslių sienelės lazerio spinduliais, slopinamas tonusas lygiuose miocituose ir, tuo būdu, pagreitinamas kraujo tekėjimas kapiliarais. Kiti pastebėti efektai yra: periferinė kapiliarinė reovaskuliarizacija, kraujo trombocitų agregacija, O₂ sumažėjimas iš trigubos formos į viengubą, kuri leidžia smarkiau oksiduoti audinį, buferinės medžiagos koncentracijos sumažėjimas kraujyje, eritrocitų deformacijos indeksų stabilizacija, kraujo lipidų oksidacijos produktų sumažėjimas. Taip pat buvo pastebėti antitrombino aktyvumo indekso padidėjimas, antioksidantų sistemos fermentų, tokių, kaip dismutazė ir katalazė, stimuliavimas. Buvo pastebėtas venų ir limfų bei kraujo nuotėkio padidėjimas iš švitinamos srities. Audinio laidumas apdorojimo srityje pastebimai pagerėjo. Tai greitai sumažino patinimą ir kraujo išlajų koncentracijas audinyje. Buvo rasta, kad ląstelėje esančios mitochondrijos pagamina daugiau ADP ir, tuo pačiu, ATP. Taip pat pastebėta padidinta kalcio ir natrio siurblių stimuliacija ties audinio ląstelės membrana.

Neuronų lygyje buvo pastebėti sekantys efektai, kurių priežastimi buvo aukščiau minėtas terapinis gydymas. Pirmiausia, gydymas lazeriu veikia tiek pažeistus, tiek nepažeistus nervus. Švitinamoje srityje padidėja kraujo priplūdimas ir aksonų kiekis. Pastebėtas gydomo audinio randėjimo silpnėjimas,

taip pat nervo membranos laidumo padidėjimas. Buvo pastebėti ilgalaikiai (trunkantys mažiausiai 120 dienų) kalcio ir kalio jonų laidumo nervu pokyčiai. RNA ir, tuo pačiu, DNA susidarymas padidėjo. Susidarė viengubas O_2 , kuris yra svarbus ląstelės regeneravimo faktorius. Patologinė pažeisto nervo degeneracija pasikeitė į regeneraciją. Stimuliuojami tiek astrocitai, tiek oligodendrocitai, kurie padidina periferinio nervo aksonų ir mielino susidarymą.

Padidėja kraujo ląstelių fagacitozė, o tai, savo ruožtu, žymiai sumažina infekcijos pavojų. Pastebėtas ir ryškus priešuždegiminis efektas, sumažinantis saugyslių, nervų uždegimą sąnariuose ir, tuo pat metu, padidinantis kolageno atsparumą. Pastebėtas ir greitesnis audinio atvirų žaizdų gijimas, esant ribotoms apytakos sąlygoms.

Buvo stebima audinio analgezijs, susijusi su kompleksu veiksmų, taikomų audiniui. Pastebėtas uždegimo sumažėjimas, iššaukiantis exudatų reabsorbciją. Įjungiami enkefalinai ir endorfinai moduluoti skausmą tiek nugaros, tiek galvos smegenyse. Taip pat įjungiamas serotogeninis takas. Kol tai nėra tiksliai išsiaiškinta, manoma, kad audinio švitinimas atstato energijos balansą ląstelėje, o tai ir yra skausmo malšinimo priežastis.

Pagal alternatyvų metodą lazerio energija gaminama Nd:YLF lazeriu, kurio bangos ilgis 1055 nanometrai. Gali būti naudojami ir kiti lazeriai, veikiantys 1000-1150 nanometrų diapazone, esant tam pačiam galingumui.

Savaime aišku, kad išradimas nėra ribotas tik aukščiau aprašytuoju jo įgyvendinimo būdu ir specifiniais terapiniais metodais. Šios srities specialistams yra aišku, kad yra įmanomi ir kiti išradimo įgyvendinimo būdai. Todėl manoma, kad išradimo apibrėžtis apims visas šias modifikacijas ar įgyvendinimus, telpančius išradimo idėjos rėmuose.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Biologinio audinio gydymo įtaisas, susidedantis iš lazerio, skleidžiančio spindulį, kurio bangos ilgis yra greta elektromagnetinio spektro infraraudonosios srities, besiskiriantis tuo, kad turi žemos galios reaktyvų lazerį, spinduliuojantį koherentinę optinę energiją 100-800 milivatų ribose, ir tuo, kad turi valdymo priemonę, skirtą priimti lazerio spindulį ir išlaikyti spinduliuojamos į biologinį audinį koherentinės optinės energijos tankį $1,0-15 \text{ J/cm}^2$ ribose.
2. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi valdymo priemonę, valdančią ir fokusuojančią koherentinės optinės energijos spindulius konkrečioje biologinio audinio srityje, siekiant priversti švitinamą audinį absorbuoti optinę energiją ir paversti ją šiluma, kurios lygis būtų tarp minimalaus, pakankamo pakelti švitinamo audinio vidutinę temperatūrą aukščiau gyvo subjekto bazinės kūno temperatūros, ir maksimalaus, kuris yra mažesnis, nei lygis, ties kuriuo švitinamas audinys paverčiamas kolagenine medžiaga.
3. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi žemos galios reaktyvų lazerį, kurio spinduliuojamos bangos ilgis yra 1000-1150 nanometrų ribose.
4. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad žemos galios reaktyvus lazeris yra Nd:YAG lazeris.
5. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad žemos galios reaktyvus lazeris yra Nd:YLF lazeris.
6. Įtaisas pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi valdymo priemonę, kurios dėka audinys švitinamas koherentine optine energija daugybėje tinklu išdėstytų mažų gydymų sričių tokį laiko tarpą ir tokiu intensyvumu, kuris būtinas suteikti terapinį poveikį.

7. Įtaisas pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad kiekvienos mažos gydymo srities dydis svyruoja tarp 0,5-2 mm².
8. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi žemos galios reaktyvų lazerį, švitinantį audinį pulso režimu, kur kiekvienas aktyvus pulso režimas trunka 0,1-9,9 sek ir kiekvienas pasyvus pulso režimas - 0,1-9,9 sek.
9. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi žemos galios reaktyvų lazerį, veikiantį ištisiniu režimu.
10. Įtaisas pagal 9 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi žemos galios reaktyvų lazerį, veikiantį ištisiniu režimu, švitinantį audinį koherentine optine energija daugybėje tinklu išdėstytų mažų gydymų sričių tokį laiko tarpą ir tokiu intensyvumu, kuris būtinas suteikti terapinį poveikį.
11. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi valdymo priemonę, kuri yra tankio atenuatorius.
12. Įtaisas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi valdymo priemonę, kuri yra optiniai lęšiai.
13. Įtaiso pagal 1-12 punktus panaudojimas gyvo subjekto biologinio audinio nedidelės srities gydymui be audinio šiluminio pažeidimo.

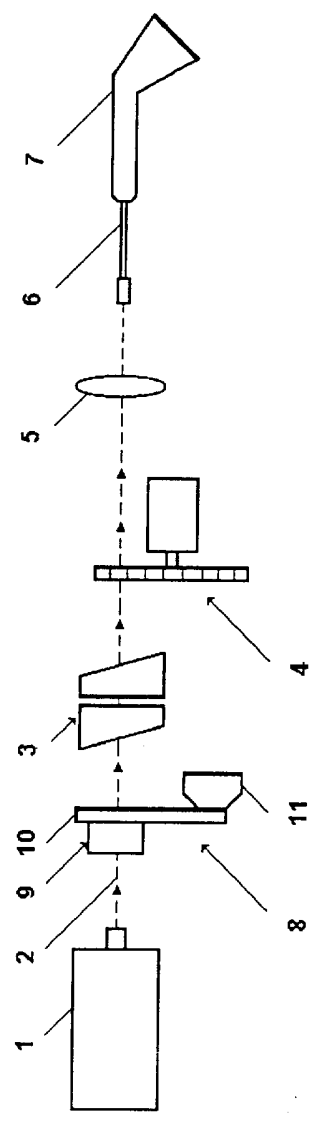


Fig.1