



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013137646/14, 12.08.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.08.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.08.2013

(45) Опубликовано: 20.01.2015 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU56195U1 (МИХАЙЛОВ В.А.), 10.09.2006 RU2045972C1 (ЗЕЛЕНЧУК А.В.), 20.10.1995 RU47748U1 (ЮСУПОВ В.И., ЧУДНОВСКИЙ В.М.), 10.09.2005 RU108309U1 (КУРКАЕВ АБДУЛА), 20.09.2011

Адрес для переписки:

125367, Москва, Волоколамское ш., 56, корп. 1,
кв. 68, Москвину С.В.

(72) Автор(ы):

Москвин Сергей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

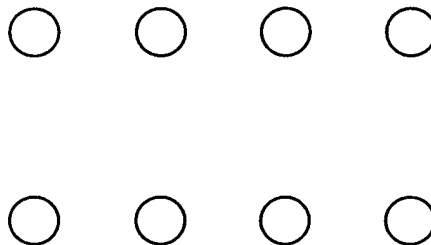
Общество с ограниченной ответственностью
Научно-исследовательский центр "Матрикс"
(RU)

(54) МАТРИЧНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО АППАРАТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к биологии и медицине и может быть использовано в лазерной терапии для лечения длительно незаживающих и гнойных ран, переломов, заболеваний суставов, а также в косметологии. Разработанный излучатель обеспечивает повышение эффективности биологически значимого действия низкоинтенсивного лазерного излучения, применяемого в лазерной терапии, за счет оптимизации расположения источников лазерного света и многочастотной модуляции. Предлагаемый матричный лазерный излучатель содержит лазерные диоды, расположенные в одной плоскости в два ряда, импульсный блок

питания, выполненный с возможностью регулирования амплитуды напряжения, и контроллер, задающий одновременно три частоты повторения импульсов, базовая частота - 10000 Гц и частоты дополнительной модуляции - 1000 Гц и 1333 Гц. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013137646/14, 12.08.2013**

(24) Effective date for property rights:
12.08.2013

Priority:

(22) Date of filing: **12.08.2013**

(45) Date of publication: **20.01.2015** Bull. № 2

Mail address:

125367, Moskva, Volokolamskoe sh., 56, korp. 1, kv. 68, Moskvinu S.V.

(72) Inventor(s):

Moskvin Sergej Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju Nauchno-issledovatel'skij tsentr "Matriks" (RU)

(54) **MATRIX LASER EMITTER FOR PHYSIOTHERAPEUTIC APPARATUS**

(57) Abstract:

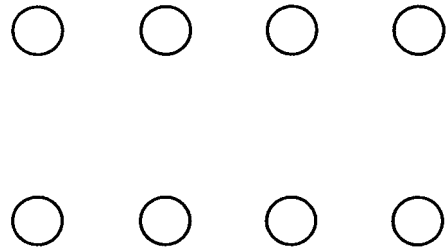
FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention can be used in laser therapy for treating persistent and septic wounds, fractures, arthropathies, as well as in cosmetology. A presented matrix laser emitter comprises laser diodes arranged as two lines in the same cavity, a static power supply unit adjusting voltage amplitude, and a controller specifying three pulse repetition frequencies, with a base frequency of 10000 Hz and an additive modulation frequency of 1000 Hz and 1333 Hz.

EFFECT: more effective biologically considerable action of the low-intensity laser emission applicable in

laser therapy by optimising the arrangement of the laser light source and multi-frequency modulation.

4 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 539 535 C1

RU 2 539 535 C1

Изобретение относится к биологии и медицине и может быть использовано в лазерной терапии для лечения длительно незаживающих и гнойных ран, переломов, заболеваний суставов, а также в косметологии.

5 Применение низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в экспериментальной биологии и клинической медицине известно практически с момента появления самих лазеров в 60-х годах прошлого века. Впервые было обнаружено биостимулирующее действие гелий-неоновых лазеров (ГНЛ работают в непрерывном режиме) на длительно незаживающие и гнойные раны, т.е. непосредственно в месте освечивания [Пирузян Л.А. и др., 1967; Mester E. et al., 1967]. Позднее появилась методика внутривенного лазерного освечивания крови (ВЛОК). Было показано, что НИЛИ в методике ВЛОК оказывает не только местное действие, но и генерализованный эффект, повышая трофическое обеспечение всех тканей организма за счет улучшения кислородно-транспортной функции крови [Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С., 1981].

15 В процессе развития лазерной терапии (ЛТ) стало понятно, что повышать ее эффективность нужно варьированием параметров НИЛИ, оптимизируя для выбранной методики длину волны, мощность и частоту повторения импульсов в модулированном или импульсном режиме. Также важными параметрами являются площадь и время воздействия.

20 Задача повышения эффективности стоит не только для лазерной терапии, но и фототерапии в целом, и решается она похожими способами. Например, известна методика ультрафиолетового освечивания крови (УФОК), когда кровь забирают из вены, прокачивают через специальную кювету, освечивают ее специальной ультрафиолетовой лампой и возвращают обратно. Сложная и небезопасная система с насосами и кюветами необходима потому, что ультрафиолетовый (УФ) свет сильно поглощается кожей (меланином) и не доходит до органа-мишени, например до кровеносной системы [Карандашов В.И., Петухов Е.Б., 1997].

30 Ю.М. Беляев (1998) предложил проводить УФОК неинвазивным способом, что обеспечивается работой светового источника с длиной волны 250-400 нм (УФ лампа) в импульсном режиме с длительностью импульса от 10^{-8} до 10^{-2} и плотностью мощности порядка $1,5 \text{ мВт/см}^2$ [Пат.2118186 RU]. По мнению автора, такой способ освечивания крови не только удобнее и проще, исключается возможность заражения инфекционными заболеваниями и пр., но и более эффективен. Правда объяснение высокой эффективности дается абсолютно неверное, якобы при работе в импульсном режиме отсутствуют пигментация и термическое действие, а также глубже проникает излучение. Но это совершенно не так, глубина проникновения не зависит от режима работы и мощности светового источника, а только от оптических свойств биоткани и длины волны падающего света. Более высокая эффективность данного устройства определяется именно режимом работы светового источника, наличием коротких импульсов с относительно высокой амплитудой.

45 В лазерной терапии инфракрасные импульсные лазерные диоды стали применяться с 80-х годов прошлого века и сразу показали свою более высокую эффективность относительно ГНЛ. Также именно за счет принципиально другого режима и работы, вместо непрерывного потока фотонов с малой мощностью (десятки милливольт) у таких лазеров, чаще всего, это лазерные диоды (ЛД), с заданной частотой формируются короткие, около 100-200 несветовые импульсы мощностью десятки ватт. Изменением частоты можно менять среднюю мощность и варьировать энергетическими параметрами в более широком диапазоне. Также эти лазеры позволили осуществлять эффективное воздействие на глубоко лежащие органы без применения световодов, неинвазивно,

лишь освечивая их проекцию на коже [Захаров П.И., Палий В.И., 2001; Луцевич Э.В. и др., 1989]. При этом сводится к минимуму возможность передозировки и получения негативных ответных реакций организма [Евстигнеев А.Р., 1996; Hashmi J.T. et al, 2010].

Также было показано, что для эффективного освечивания снаружи необходимо
5 применять матричные излучатели, либо формировать достаточно большое световое пятно на поверхности тела. Свет от точечного источника вследствие непредсказуемости процессов рассеяния и поглощения в биотканях не позволит с достаточной степенью уверенности получить необходимую оптимальную энергетическую плотность в нужном
10 месте и объеме предполагаемого органа-мишени. Для получения высокоэффективного и воспроизводимого результата лазерного освечивания применяют матрицы, состоящие чаще всего из 10 инфракрасных (ИК) импульсных ЛД [Буйлин В.А., 2000]. Данная конструкция была разработана под оптические свойства лазерных диодов российского производства и не соответствует реалиям современности. В настоящее время
15 выпускаются значительно более надежные лазеры, имеющие меньшие площади тела свечения и углы расходимости излучения. Кроме того, последние исследования в области изучения оптических свойств кожи и других тканей и процессов взаимодействия их с НИЛИ позволили сделать более точные расчеты требуемой, более оптимальной конструкции [Москвин С.В., 2008].

Разработанный излучатель обеспечивает повышение эффективности биологически
20 значимого действия низкоинтенсивного лазерного излучения, применяемого в лазерной терапии, за счет оптимизации расположения источников лазерного света и многочастотной модуляции.

Предлагаемый матричный лазерный излучатель содержит лазерные диоды, расположенные в одной плоскости в два ряда, импульсный блок питания, выполненный
25 с возможностью регулирования амплитуды напряжения, и контроллер, задающий одновременно три частоты повторения импульсов, базовая частота - 10000 Гц и частоты дополнительной модуляции - 1000 Гц и 1333 Гц. При этом могут быть использованы лазерные диоды с длиной волны 904 нм или 635 нм. Импульсный блок питания формирует импульсы длительностью от 70 до 200 нс.

30 В предлагаемом матричном излучателе источники света располагаются в два ряда по четыре ЛД в каждом, на определенном расстоянии друг от друга и взаимной ориентации, учитывающей углы расходимости в плоскости, параллельной и перпендикулярной активной области ЛД (Фиг.1. Взаимное расположение лазерных диодов в матричном излучателе).

35 В предлагаемом устройстве также формируются световые импульсы требуемой длительности и амплитуды, и осуществляется многочастотная модуляция НИЛИ. Эта задача решается применением управляемого контроллером (3) импульсного блока питания (2), подающего импульсы тока накачки на матрицу лазерных диодов (1) (Фиг.2. Блок-схема устройства).

40 На Фиг.3 показана диаграмма формирования последовательности импульсов тока и световых импульсов. Контроллер задает базовую частоту повторения импульсов 10000 Гц, минимально требуемую для данного вида модуляции, и формирует последовательно «блок» их четырех импульсов, следующих с частотой 1000 Гц, а эти «блоки», в свою очередь, повторяются уже с частотой 1333 Гц.

45 Такая многочастотная модуляция позволяет повысить синтез коллагена фибробластами более чем в 4 раза относительно контроля и более чем в 2 раза относительно эффекта, наблюдаемого при постоянной частоте повторения импульсов (Фиг.4. Эффективность стимуляции синтеза коллагена фибробластами НИЛИ с

различными вариантами модуляции: 1 - контроль, 2 - ГНЛ, непрерывный режим, 3 - ГНЛ, модулированный режим или ИК ЛД, импульсный режим, 4 - импульсный режим (100 нс), многочастотная модуляция (10000+1000+1333 Гц), длина волны 635 нм, импульсная мощность 5 Вт (с одного ЛД)).

5 Выбор используемых частот обусловлен следующим. Частота 10000 Гц - несущая, она выбрана, с одной стороны, как минимально возможная для обеспечения данного режима, с другой стороны, максимально возможная, при которой обеспечивается достаточно надежная работа лазерных диодов. Частоты 1000 и 1333 Гц выбраны максимально возможные при условии ограничения частотой 10000 Гц как несущей.

10 Максимальная частота необходима для импульсных лазеров, работающих в режиме многочастотной модуляции, поскольку средняя мощность зависит от частоты и при ее уменьшении может не хватить энергии лазерного света для инициирования ответной реакции биологической системы. Соотношение частот 1:1,333 определено в ходе экспериментально-аналитических исследований.

15 Введение многочастотной модуляции необходимо для повышения эффективности местного влияния НИЛИ, непосредственно на кожу, что требуется в хирургии (заживление ран, язв и пр.), в дерматологии для лечения широкого круга заболеваний, а также в косметологии.

Способность влияния НИЛИ на синтез коллагена фибробластами широко известна. 20 Вначале предположили, что эффективность и направленность процесса напрямую связана с длиной волны лазера. Например, Nd:YAG-лазер (длина волны 1064 нм) избирательно подавляет синтез коллагена как в культуры фибробластов, так и в нормальной коже в естественных условиях, и это свойство может быть полезно при 25 лечении фиброзных заболеваний, таких как келоидные и гипертрофические рубцы. В то же время ГНЛ (длина волны 633 нм) и лазерных диодов (AlGaAs, длина волны 760-904 нм) стимулирует продукцию коллагена в культуре человеческих фибробластов 30 кожи, т.е. эти лазеры могут быть использованы для улучшения заживления ран [Abergel R.P. et al., 1984].

Позднее стало понятно, что направленность действия НИЛИ связано с соотношением 30 длина волны и мощность, при определенных условиях можно как стимулировать синтез коллагена, так и подавлять. Нашей целью является формирование лучших условий именно для стимулирования этого процесса.

Для увеличения продукции коллагена I типа фибробластами и ускорения пролиферации чаще всего применяли ГНЛ (длина волны - 633 нм, мощность - 3 мВт, 35 непрерывный режим, экспозиция - 30-120 с, ЭП - 0,9-3,6 Дж/см²). Эффективность такого режима составляет порядка 130% (2, Фиг.4) по отношению к контролю (1, Фиг.4) [van Breugel H.H., Bär P.R., 1992].

Более высокая эффективность, порядка 200% (3, Фиг.4) относительно контроля была 40 получена при модуляции света ГНЛ (длина волны - 633 нм, плотность мощности - 0,9 мВт/см², модулированный режим, экспозиция - 15 мин, ЭП - 1,6 Дж/см²) или при использовании импульсного режима лазерных диодов (длина волны 904 нм, импульсная мощность 2 Вт, длительность импульсов - 200 нс, частота повторения импульсов - 73 Гц, плотность средней мощности - 0,2 мВт/см²) [Lam T.S. et al., 1986].

45 Выбор длины волны в предлагаемом устройстве (904 нм и 635 нм) определяется глубиной проникновения, зависит от предполагаемого органа-мишени. ИК НИЛИ с длиной волны 904 нм проникает глубоко, устройство с такими лазерами эффективно применять для лечения заболеваний легких, органов желудочно-кишечного тракта,

почек и др. Устройство с импульсными лазерами красного спектра (длина волны 635 нм) лучше использовать в дерматологии, косметологии, хирургии, спортивной медицине, а также для методики неинвазивного наружного лазерного осветивания крови.

5 Необходимость ограничения длительности импульса сверху (200 нс) обусловлена особенностями работы такого типа лазерных диодов, при большей длительности импульса возможен перегрев, особенно на частоте 10000 Гц, и деградация лазера. Нижняя граница длительности (70 нс) объясняется линейной зависимостью средней мощности от длительности импульса, при меньших значениях этого показателя просто не хватит энергии для получения нужного эффекта.

10 Важным преимуществом данного устройства, особенно в случае применения импульсных лазеров с длиной волны 635 нм, является универсальный характер действия на организм человека, оказывается как эффективное местное влияние, так и системный эффект через улучшение показателей липидного профиля. Было показано, что у больных с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей нормализация уровня содержания триглицеридов (ТГ), липопротеидов низкой и высокой плотности (ЛПНП и ЛПВП), а также холестерина в сыворотке крови (оценивали ферментативным методом) происходит в среднем на 2-3 дня быстрее, чем после стандартной процедуры ВЛОК.

Литература

1. Буйлин В.А. Низкоинтенсивная лазерная терапия с применением матричных импульсных лазеров. - М.: ТОО «Фирма «Техника», 2000. - 124 с.
2. Евстигнеев А.Р. О возможном механизме действия импульсного излучения полупроводниковых лазеров на биоткани. // Физическая медицина. - 1996. - Т.5, №1-2. - С.8.
3. Захаров П.И., Палий В.И. Низкоинтенсивное лазерное излучение с длиной волны 0,89 мкм в терапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки: клинические критерии эффективности. // Лазерная медицина. - 2001. - Т.5, вып.3. - С.18-22.
4. Карандашов В.И., Петухов Е.Б. Ультрафиолетовое облучение крови. - М.: Медицина, 1997. - 224 с.
5. Луцевич Э.В., Урбанович А.С., Грибков Ю.И. и др. Некоторые аспекты клинического использования неразрушающего импульсного лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона. // Материалы межд. конф. «Лазеры и медицина». Ч.3. - Ташкент, 1989. - С.143-144.
6. Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С. Применение прямого лазерного облучения в экспериментальной и клинической кардиохирургии. // Научные труды. - Новосибирск: Наука, 1981. - С.172.
7. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дисс.... докт.биол. наук. - Тула, 2008. - 38 с.
8. Пат.2118186 RU, Способ световой терапии. Опубл. 27.08.98.
9. Пирузян Л.А., Евсеенко Л.С., Глейзер В.М. и др. Применение оптических квантовых генераторов в экспериментальной биологии и медицине. Экспериментальная хирургия и анестезиология. 1967, 12(6):10-14.
10. Abergel R.P., Meeker C.A., Lam T.S. et al. Control of connective tissue metabolism by lasers: recent developments and future prospects. // J Am Acad Dermatol. - 1984, 11(6): 1142-1150.
11. Hashmi J.T., Huang Y.-Y., Sharma S.K. et al. Effect of pulsing in low-level light therapy. // Lasers Surg. Med. - 2010, 42(6):450-466.
12. Lam T.S., Abergel R.P., Meeker C.A. et al. Laser stimulation of collagen synthesis in

human skin fibroblast cultures. // Lasers in the Life Sciences. - 1986, 1(1):61-77.

13. Mester E. Szende B., Tota J.G. Effect of laser on hair Growth of mice (in Hungarian). - Kiserl Orvostud - 1967, 19:628-631.

14. van Breugel H.H., Bär P.R. Power density and exposure time of He-Ne laser irradiation are more important than total energy dose in photo-biomodulation of human fibroblasts in vitro. Lasers Surg Med. 1992, 12(5):528-537.

Формула изобретения

1. Матричный лазерный излучатель для физиотерапевтического аппарата, содержащий лазерные диоды, расположенные в одной плоскости в два ряда, импульсный блок питания, выполненный с возможностью регулирования амплитуды напряжения, и контроллер, выполненный с возможностью формирования многочастотной модуляции лазерного излучения и задания одновременно трех частот повторения импульсов, из них базовая частота повторения импульсов имеет величину 10000 Гц, а две частоты дополнительной модуляции имеют величины 1000 Гц и 1333 Гц.

2. Матричный лазерный излучатель по п.1, в котором используются лазерные диоды с длиной волны 904 нм.

3. Матричный лазерный излучатель по п.1, в котором используются лазерные диоды с длиной волны 635 нм.

4. Матричный лазерный излучатель по п.1, в котором импульсный блок питания формирует импульсы длительностью от 70 до 200 нс.

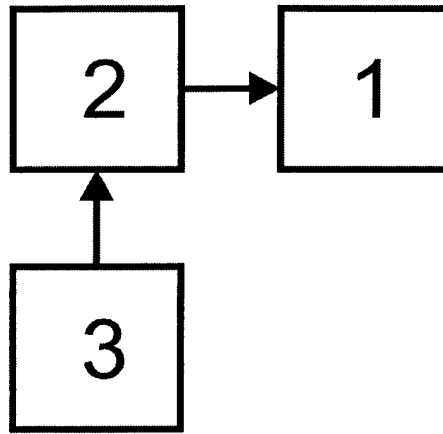
25

30

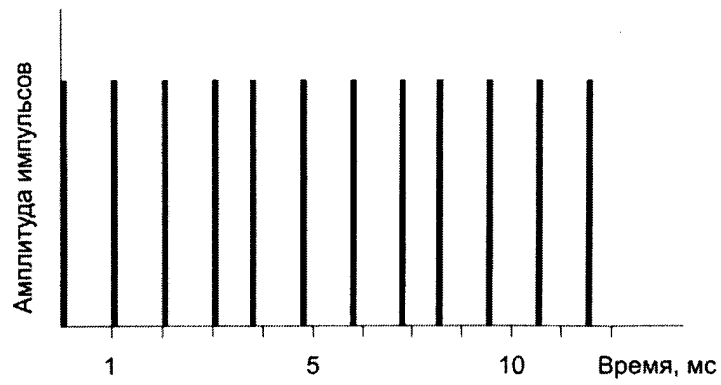
35

40

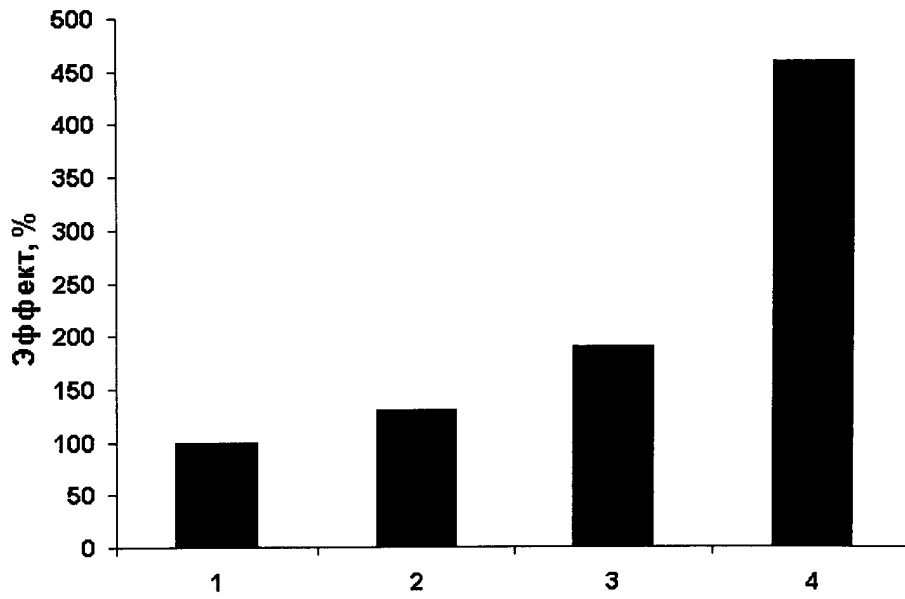
45



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4