

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 16408

(13) С1

(46) 2012.10.30

(51) МПК

A 61N 2/02 (2006.01)

(54)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

(21) Номер заявки: а 20100915

(22) 2010.06.15

(43) 2012.02.28

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Давыдов Максим Викторович; Кистень Ольга Васильевна; Евстигнеев Виктор Владимирович; Осипов Анатолий Николаевич; Меженная Марина Михайловна; Давыдова Надежда Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(56) RU 2373971 C2, 2009.

ВУ 3242 С1, 2000.

ВУ 5771 С1, 2003.

RU 2139743 С1, 1999.

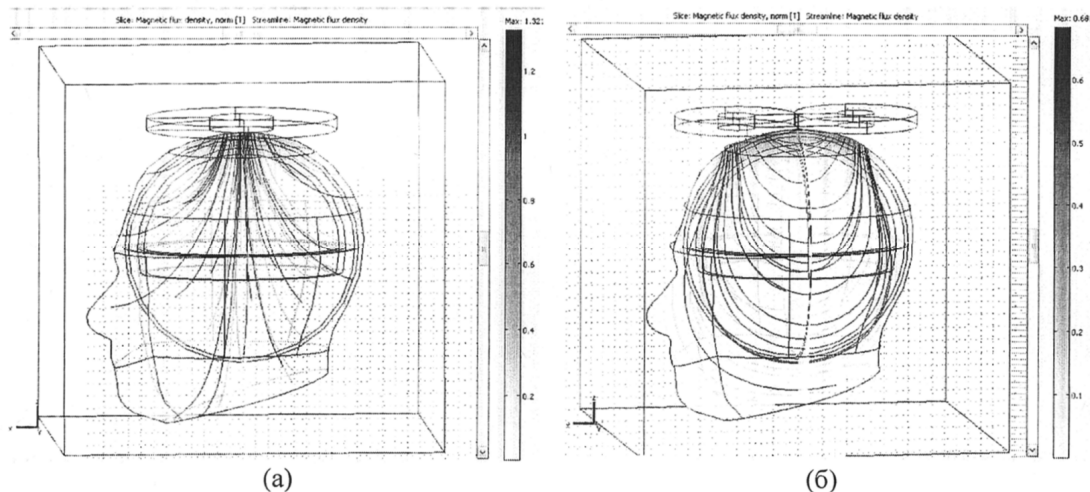
US 2004/0039279 А1.

US 2004/0193002 А1.

US 2008/0161636 А1.

(57)

Устройство для магнитной стимуляции при магнитотерапии, содержащее блок питания, силовой транзистор, драйвер силового транзистора, импульсный трансформатор, выходной диод, силовой конденсатор, делитель напряжения, силовой тиристор, магнитный индуктор, блок управления, командоаппарат и систему охлаждения магнитного индуктора, причем выход блока питания соединен с первым входом силового транзистора, выход которого через импульсный трансформатор и выходной диод соединен со входом силового конденсатора, первый выход которого соединен со входом делителя напряжения, а второй выход - с первым входом силового тиристора, выход которого соединен с первым



Фиг. 2

ВУ 16408 С1 2012.10.30

# ВУ 16408 С1 2012.10.30

входом магнитного индуктора, второй вход которого соединен с выходом системы охлаждения, а выход - с первым входом системы охлаждения, второй вход которой соединен с первым выходом командоаппарата, второй выход которого соединен с первым входом блока управления, второй вход которого соединен с выходом делителя напряжения, первый выход - со вторым входом силового тиристора, а второй выход - со входом драйвера силового транзистора, выход которого соединен со вторым входом силового транзистора, **отличающееся** тем, что содержит устройство отображения информации и блок расчета и моделирования распределения магнитного поля, вход которого соединен с третьим выходом блока управления, а выход - со входом устройства отображения информации.

---

Изобретение относится к медицинской технике и может быть использовано для магнитотерапевтического воздействия при поражениях центральной нервной системы человека.

Известно устройство для магнитной стимуляции [1], содержащее блок питания, силовой транзистор, драйвер силового транзистора, импульсный трансформатор, выходной диод, силовой конденсатор, делитель напряжения, силовой тиристор, магнитный индуктор, блок управления, командоаппарат. Данное устройство характеризуется высокими энергетическими показателями за счет формирования закона управления, при котором потребляемый ток пропорционален питающему напряжению, что улучшает коэффициент мощности и увеличивает точность поддержания заданных параметров магнитного импульса, поскольку выходное напряжение силового конденсатора измеряется делителем напряжения и участвует в формировании закона управления магнитным потоком индуктора.

Недостаток известного устройства состоит в отсутствии системы охлаждения магнитного индуктора, поэтому в процессе стимуляции к магнитному полю прибавляется термическое воздействие, связанное со значительным нагревом индуктора, что снижает эффективность магнитотерапевтической процедуры.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является устройство для магнитной стимуляции [2], содержащее блок питания, силовой транзистор, драйвер силового транзистора, импульсный трансформатор, выходной диод, силовой конденсатор, делитель напряжения, силовой тиристор, магнитный индуктор, блок управления, командоаппарат, охлаждающую систему магнитного индуктора. Данное устройство позволяет повысить эффективность магнитотерапевтической процедуры путем минимизации температурного воздействия магнитного индуктора, вызванного нагревом последнего в процессе стимуляции.

Недостатком известного устройства является отсутствие возможности индивидуального подбора параметров магнитного стимулирующего воздействия. Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение эффективности магнитной стимуляции тканей мозга, верхних или нижних конечностей человека путем увеличения точности локализации индуктора и индивидуального подбора параметров магнитотерапевтической процедуры за счет моделирования воздействия электромагнитных колебаний на биообъект [3, 4]. Моделирование распределения магнитного поля в заданных структурах мозга, верхних или нижних конечностях человека обеспечивает нахождение оптимальных форм индукторов и режимов магнитной стимуляции с заданными параметрами распределения магнитного поля.

Указанная задача достигается введением в устройство для магнитной стимуляции, содержащее блок питания, силовой транзистор, драйвер силового транзистора, импульсный трансформатор, выходной диод, силовой конденсатор, делитель напряжения, силовой тиристор, магнитный индуктор, блок управления, командоаппарат, охлаждающую систему магнитного индуктора, в котором выход блока питания соединен с первым входом сило-

## ВУ 16408 С1 2012.10.30

вого транзистора, выход которого соединен с входом импульсного трансформатора, выход которого соединен с входом выходного диода, выход которого соединен с входом силового конденсатора, первый выход которого соединен с входом делителя напряжения, а второй выход - с первым входом силового тиристора, выход которого соединен с первым входом магнитного индуктора, второй вход которого соединен с выходом охлаждающей системы магнитного индуктора, а выход - с первым входом охлаждающей системы магнитного индуктора, второй вход которой соединен с первым выходом командоаппарата, второй выход которого соединен с первым входом блока управления, второй вход которого соединен с выходом делителя напряжения, первый выход - со вторым входом силового тиристора, а второй выход - с входом драйвера силового транзистора, выход которого соединен со вторым входом силового транзистора, дополнительного блока отображения информации и блока расчета и моделирования, вход которого соединен с третьим выходом блока управления, а выход - с входом устройства отображения информации.

Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что предлагаемое устройство для магнитной стимуляции позволяет осуществлять управляемую стимуляцию заданных структур (мозга, верхних конечностей, нижних конечностей) путем ввода параметров модели индуктора и модели биообъекта в командоаппарат, расчета и контроля параметров магнитной стимуляции на основе моделирования магнитотерапевтического воздействия на биообъект методом конечных элементов в блоке расчета и моделирования, визуализации результатов в устройстве отображения информации, корректировки параметров локализации индукторов и режима процедуры магнитостимуляции при необходимости.

Предложение иллюстрируется следующими фигурами. На фиг. 1 представлена структурная схема устройства для магнитной стимуляции; на фиг. 2 - демонстрация результатов моделирования методом конечных элементов магнитотерапевтического воздействия на мозг человека различными типами индукторов: а - "кольцевой большой" индуктор, б - индуктор типа "восьмерка".

Предложенное устройство для магнитной стимуляции при магнитотерапии (фиг. 1) содержит блок питания 1, выход которого соединен с первым входом силового транзистора 2, выход которого соединен с входом импульсного трансформатора 3, выход которого соединен с входом выходного диода 4, выход которого соединен с входом силового конденсатора 5, первый выход которого соединен с входом делителя напряжения 6, а второй выход - с первым входом силового тиристора 7, выход которого соединен с первым входом магнитного индуктора 8, второй вход которого соединен с выходом охлаждающей системы магнитного индуктора 14, а выход - с первым входом охлаждающей системы 14, второй вход которой соединен с первым выходом командоаппарата 13, второй выход которого соединен с первым входом блока управления 10, второй вход которого соединен с выходом делителя напряжения 6, первый выход - со вторым входом силового тиристора 7, а второй выход - с входом драйвера силового транзистора 9, выход которого соединен со вторым входом силового транзистора 2, третий выход блока управления 10 соединен с входом блока расчета и моделирования распределения магнитного поля 11, выход которого соединен с входом устройства отображения информации 12.

Устройство для магнитной стимуляции при магнитотерапии работает следующим образом.

После подключения к сети блок питания 1, служащий для зарядки силового конденсатора 5, подает выпрямленное напряжение на силовой транзистор 2. До момента поступления управляющего сигнала с драйвера силового транзистора 9 силовой транзистор 2 закрыт и заряда силового конденсатора 5 не происходит.

Далее выполняется инициализация командоаппарата 13 и производится ввод параметров модели индуктора (тип, размеры и положение индуктора, сила тока в индукторе) и выбор модели биообъекта. При поступлении от командоаппарата 13 сигнала окончания ввода параметров в блок управления 10, последний переводит в рабочее состояние блок

## ВУ 16408 С1 2012.10.30

расчета и моделирования распределения магнитного поля 11, где производится моделирование магнитотерапевтического воздействия на биообъект методом конечных элементов. Результаты моделирования поступают в устройство отображения информации 12. При необходимости корректировки параметров магнитной стимуляции процедура ввода данных в командоаппарат 13, процесс моделирования в блоке расчета и моделирования распределения магнитного поля 11 и визуализация данных в устройстве отображения информации 12 повторяются. Блок расчета и моделирования распределения магнитного поля 11 представляет собой вычислительное устройство, реализующее математическую процедуру моделирования распределения магнитного поля в биообъекте методом конечных элементов [5], а устройство отображения информации 13 является дисплеем для вывода графической информации, отображающей результаты моделирования.

После окончания процесса моделирования командоаппарат 13 включает охлаждающую систему магнитного индуктора 14, а также подает напряжение на первый вход блока управления 10. Охлаждающая система магнитного индуктора 14 приводит в движение охлаждающую жидкость, которая циркулирует по контуру: охлаждающая система магнитного индуктора 14, магнитный индуктор 8, подготавливая устройство к проведению импульса тока, при котором в индукторе 8 будет выделяться большое количество тепла. Разрешающий сигнал со второго выхода блока управления 10 поступает на вход драйвера 9, который генерирует импульсный сигнал для открытия силового транзистора 2. Силовой транзистор 2 работает в ключевом режиме, периодически подключая постоянное напряжение с блока питания 1 к первичной обмотке импульсного трансформатора 3. Далее повышенное до нескольких киловольт напряжение поступает с вторичной обмотки импульсного трансформатора 3 на выходной диод 4 и силовой конденсатор 5. Накопленная в импульсном трансформаторе 3 энергия "разряжается" через выходной диод 4 на силовой конденсатор 5, заряжая его.

Величина напряжения заряда силового конденсатора 5 контролируется с помощью делителя напряжения 6, который является датчиком, ограничивающим процесс заряда силового конденсатора 5 после достижения заданной величины напряжения. Прекращение заряда силового конденсатора 5 осуществляется путем подачи сигнала запрета от делителя напряжения 6 на второй вход блока управления 10. При этом на втором выходе блока управления 10 формируется запрещающий сигнал, который подается на вход драйвера 9. При подаче от командоаппарата 13 на первый вход блока управления 10 сигнала на разряд силового конденсатора 5 на первом выходе блока управления 10 формируется напряжение, поступающее на управляющий второй вход силового тиристора 7, который открывается, соединяя ранее заряженный силовой конденсатор 5 с магнитным индуктором 8. Далее происходит разряд силового конденсатора 5 через обмотку катушки магнитного индуктора 8, вокруг катушки образуется магнитное поле заданной величины, воздействующее на выбранные для стимуляции зоны человека.

Образование магнитного поля сопровождается выделением большого количества тепла, что приводит к нагреву охлаждающей жидкости, находящейся в магнитном индукторе 8. Движение по охлаждающей системе магнитного индуктора 14 охлаждающей жидкости приводит к охлаждению последней. Таким образом, тепловое воздействие на зону стимуляции сводится к минимуму. Поскольку к магнитному индуктору 8 во время разряда силового конденсатора 5 подводится высоковольтный электрический сигнал, в качестве охлаждающей выбирается жидкость с диэлектрическими свойствами, например полидиметилсилоксан.

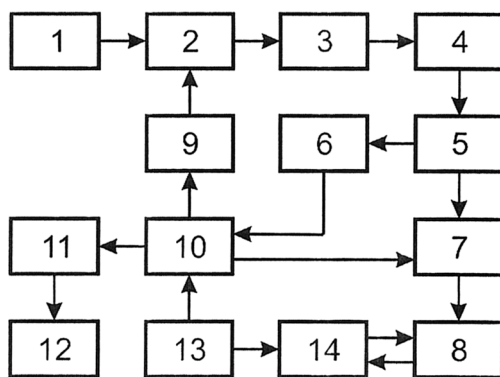
После разряда силового конденсатора 5 и закрытия силового тиристора 7 начинается процесс заряда силового конденсатора 5 по алгоритму, представленному выше, без остановки работы охлаждающей системы магнитного индуктора 14, которая продолжает охлаждать магнитный индуктор 8.

# ВУ 16408 С1 2012.10.30

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет повысить точность локализации индуктора и осуществить подбор индивидуальных параметров магнитотерапевтической процедуры, необходимых для стимуляции заданных структур мозга, верхних или нижних конечностей человека.

Источники информации:

1. Патент РФ 2218194.
2. Патент РФ 2373971.
3. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учебное пособие для вузов/Под ред. А.М.Беркутова, В.И.Жулева, Г.А.Кураева, Е.М.Прошкина. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. - 376 с.
4. Salinas F.S., Lancaster J.L., Fox P.T. 3D modeling of the total electric field induced by transcranial magnetic stimulation using the boundary element method / Phys. Med. Biol. - № 54. - 2009. - P. 3631-3647.
5. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. - М.: Мир, 1977. - 349 с.



Фиг. 1