



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39424 (13) A

(51) 7 A61B19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СТЕРЕОТАКСИЧНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО УПРАВЛІННЯ ХІРУРГІЧНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

(21) 2000074394

(22) 20.07.2000

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Аврунін Олег Григорович, Семенець Валерій Васильович, Масловський Сергій Юрьович, П'ятикоп Володимир Олександрович

(73) Харківський державний технічний університет радіоелектроніки (ХТУРЕ)

(57) Стереотаксична система дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом, що містить ЕОМ, вихід якої зв'язано з пристроєм формування параметрів магнітного поля, що управляє хірургічним інструментом, блок інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії, з'єднаний з першим входом ЕОМ і пристрій контролю

функціонального стану пацієнта, з'єднаний з другим входом ЕОМ, яка відрізняється тим, що пристрій формування параметрів магнітного поля містить в собі дешифратор адресу, вхід та перший вихід якого з'єднані з ЕОМ, а другий вихід з'єднано з другими входами цифро-аналогових пристроїв формування сили струму і аналого-цифрових амперметрів, перші входи яких, через відповідні магнітні котушки, з'єднані з виходами відповідних цифро-аналогових пристроїв формування сили струму, а виходи з'єднані з входом двонаправленого буферного регістру, що з'єднано двонаправленою шиною з ЕОМ, а вихід якого з'єднано з першими входами цифро-аналогових пристроїв формування сили струму, хірургічний інструмент має діаметр до 2 мм і наконечник сферичної форми.

Винахід належить до області медицини, а саме - до нейрохірургії, і може бути використаний при лікуванні важкодоступних злоякісних пухлин, тромбозу мозкових судин, паркінсонізму, епілепсії та інших захворювань екстрапірамідної нервової системи.

Відома експериментальна стереотаксична система дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом для операцій на тваринах, що розроблена в Лабораторії експериментального хірургічного обладнання медичного центру університету Вірджинії (див.: Grady M.S.; Howard M.A.; Molloy J.A et al. Preliminary experimental investigation of in vivo magnetic manipulation: results and potential application in hyperthermia // Med. Phys., 1989, v. 16, № 2, p. 263-272), що містить ЕОМ, навігаційний пристрій, що складається з двох ортогональних рентгенівських апаратів, і магнітну котушку з водяним охолодженням, що розміщується в операційній зоні і створює магністатичне поле з індукцією до 2 Тл. Магністатичне поле використовується для маніпулювання моделлю хірургічного інструмента - круговим циліндром з діаметром 6 мм та висотою 6 мм, що виготовлено з феромагнітного матеріалу. ЕОМ виконує управління переміщенням магнітної котушки та силою струму в неї за даними навігаційного пристрою, що передає координати зони оперативного

втручання та положення хірургічного інструменту. Магністатичне поле, що створюється магнітною котушкою, забезпечує рух хірургічного інструменту зі швидкістю близько 0,8 мм/с.

Однак, описана експериментальна стереотаксична система дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом дозволяє сформувати лише загальну концепцію дистанційного електромагнітного управління і непридатна для практичних операцій на головному мозку людини, через недостатню точність позиціювання хірургічного інструменту, що пов'язана з принциповою складністю управління параметрами магнітного поля за допомогою механічного переміщення магнітної котушки.

Найбільш близькою за сукупністю ознак є магнітна стереотаксична система (MSS), що розроблена американською компанією Stereotaxis inc. (див.: Meeker D.C., Maslen E.H., Ritter R.C., Creighton F.M. Optimal realization of arbitrary forces in a magnetic stereotaxis system // IEEE Transactions on Magnetics, 1996, v. 7, № 2, p. 320-328), що містить ЕОМ, вихід якої зв'язано з пристроєм формування параметрів магнітного поля, що управляє хірургічним інструментом, блок інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії, з'єднаний з першим входом ЕОМ і пристрій контролю функціонального стану пацієнта, цю з'єднано з другим входом ЕОМ.

(19) UA (11) 39424 (13) A

Формування потрібних параметрів магнітного поля для управління хірургічним інструментом з феромагнітним наконечником - круговим циліндром з діаметром 3 мм та висотою 3 мм, що розташовано у загостреному пластиковому кожусі, здійснюється за допомогою багатоканальної системи з 6-ти магнітних котушок, що виконали з над провідникового матеріалу. Діаметр магнітних котушок біля 280 мм. Дана система забезпечує переміщення хірургічного інструмента зі швидкістю 1 мм/с при силі струму у магнітних котушках біля 100 А. Рентгеноскопичне інтраопераційне контролювання здійснюється з інтервалом 1 с.

Однак в описаному прототипі хірургічний інструмент має завеликий діаметр і для зменшення сили тертя виконаний з загостреним пластиковим наконечником, що є потенційно небезпечно при переміщенні по глибоких структурах головного мозку, а частота проведення рентгеноскопичного контролю надає пацієнту велику дозу рентгеновського випромінювання.

В основу винаходу поставлена задача створення такої стереотаксичної системи дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом, що дозволяла б за рахунок зміни конфігурації хірургічного інструменту, зменшити загальну інвазивність оперативного втручання і виключити ризик внутрішньомозкових крововиливів. Через впровадження пристроїв контролю сили струму у магнітних котушках, знизити частоту проведення рентгеноскопії і, відповідно, дозу рентгеновського випромінювання.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в стереотаксичній системі дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом, що містить ЕОМ, вихід якої зв'язано з пристроєм формування параметрів магнітного поля, що управляє хірургічним інструментом, блок інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії, з'єднаний з першим входом ЕОМ і пристрій контролю функціонального стану пацієнта, з'єднаний з другим входом ЕОМ, згідно з винаходом, пристрій формування параметрів магнітного поля містить в собі дешифратор адресу, вхід та перший вихід якого з'єднаний з ЕОМ, а другий вихід з'єднано з другими входами цифро-аналогових пристроїв формування сили струму і аналого-цифрових амперметрів, перші входи яких, через відповідні магнітні котушки, з'єднано з виходами відповідних цифро-аналогових пристроїв формування сили струму, а виходи з'єднали з входом двонаправленого буферного регістру, що з'єднано двонаправленою шиною з ЕОМ, а вихід якого з'єднано з першими входами цифро-аналогових пристроїв формування сили струму, хірургічний інструмент має діаметр до 2 мм і наконечник сферичної форми.

Таким чином, зменшення діаметру хірургічного інструменту до 2 мм, а також сферична форма наконечнику дозволяють знизити загальну інвазивність оперативного втручання і виключити ризик внутрішньомозкових крововиливів. А впровадження пристроїв контролю сили струму у магнітних котушках дозволяє понизити дозу рентгеновського випромінювання за рахунок зменшення частоти проведення інтраопераційної рентгеноскопії.

На фіг. 1 представлена структурна схема стереотаксичної системи дистанційного електромагні-

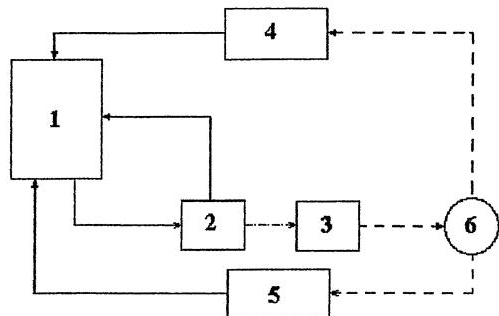
тного управління хірургічним інструментом; на фіг. 2 - структурна схема пристрою формування параметрів магнітного поля; на фіг. 3 зображено позовжний розріз передньої частини хірургічного інструменту.

Стереотаксична система дистанційного електромагнітного управління хірургічним інструментом містить ЕОМ 1, вихід якої зв'язано з пристроєм 2 формування параметрів магнітного поля, що управляє хірургічним інструментом 3, блок 4 інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії, з'єднаний з першим входом ЕОМ 1, пристрій 5 контролю функціонального стану пацієнта 6, з'єднаний з другим входом ЕОМ 1. Пристрій 2 формування параметрів магнітного поля містить в собі дешифратор 7 адресу, вхід та перший вихід якого з'єднали з ЕОМ 1, а другий вихід з'єднай з другими входами цифро-аналогових пристроїв 8...8n формування сили струму і аналого-цифрових амперметрів 9...9n, перші входи яких через відповідні магнітні котушки 10...10n, з'єднано з виходами відповідних цифро-аналогових пристроїв 8...8n формування сили струму, а виходи з'єднано з входом двонаправленого буферного регістру 11, що з'єднано двонаправленою шиною з ЕОМ 1, а вихід якого з'єднано з першими входами цифро-аналогових пристроїв 8...8n формування сили струму. Хірургічний інструмент 3 (див. фіг. 3) являє собою гнучку канюлю 12 з діаметром до 2 мм і довжиною до 300 мм з сферичним феромагнітним наконечником 13, що має прохідний отвір, у якому розташовується парамагнітний стержень 14, з'єднаний з пружинистим тросом 15.

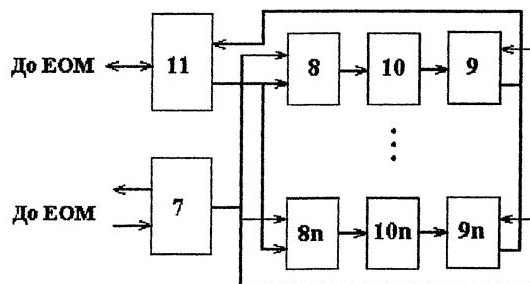
Система працює таким чином. Координати розташування зони оперативного втручання і трепанаційного отвору, а також траєкторія переміщення хірургічного інструменту розраховуються за даними передопераційних гомографічних досліджень і погоджуються з даними інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії 4 на ЕОМ 1 - ПК типу IBM PC/AT з процесором Pentium 200 MHz. Сполучення ЕОМ 1 та пристрою 2 формування параметрів магнітного поля здійснюється через системну магістраль ISA-16, що забезпечує необхідну швидкість для двонаправленої передачі даних, причому ЕОМ 1 - управляючий пристрій магістралі, а пристрій 2 формування параметрів магнітного поля - виконавчий. Після накладення трепанаційного отвору і стартового позиціонування хірургічного інструменту 3, причому стержень 14 вводиться у наконечник 13 до упору, щоб запобігти забивання гнучкої канюлі 12 мозковою тканиною, згідно траєкторії переміщення хірургічного інструменту ЕОМ 1 передає управляючи сигнал адресу і даних по системній магістралі в пристрій 2 формування параметрів магнітного поля, який за допомогою дешифратора 7 адресу здійснює вибір тракту активної магнітної котушки 10n, до цифро-аналогового пристрою 8n формування сили струму якої, передаються дані з двонаправленого буферного регістру 11. Для контролю величин сили току у магнітних котушках 10n цикл обміну даних аналогічний, і лише відрізняється там, що після вибору за допомогою дешифратора 7 адресу тракту активної магнітної котушки 10n, аналого-цифровий амперметр 9n відповідної магнітної котушки 10n, передає дані до ЕОМ 1 через двонаправлений буферний ре-

гістр 11. Впровадження пристроїв 9n контролю сили струму і використання алгоритму розрахунку переміщення наконечника 13 хірургічного інструменту 3 залежно від сили струму в магнітних котушках 10n дозволяє проведення інтраопераційної ортогональної рентгеноскопії тільки у контрольних точках і понизити дозу рентгенівського випромінювання. Магнітостатичне поле, що створюється системою магнітних котушок 10n, що кубічно розташовано в операційній зоні, здійснює переміщення

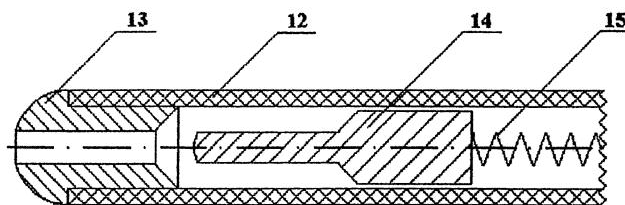
хірургічного інструменту за заданою траєкторією. Через витягнуту форму задньої частини феромагнітного наконечника 13, зменшення діаметра хірургічного інструменту не впливає на загальну величину магнітного дипольного моменту наконечника 13. Після досягнення наконечника 13 хірургічного інструменту 3 у зону оперативного втручання, пружинистий трос 15 витягує стержень 14 через зовнішню сторону гнучкої канюлі 12, і здійснюється введення лікарського препарату.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22