

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



URZĄD
PATENTOWY
RP

OPIS PATENTOWY 151 203

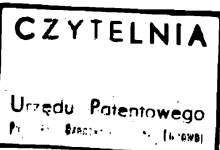
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 87 06 03 /P. 266056/

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 88 12 08

Opis patentowy opublikowano: 1991 01 31



Int. Cl.⁵ A61B 17/22

Twórcy wynalazku: Leszek Filipczyński, Jerzy Etienne, Henryk Szkóp

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa /Polska/

URZĄDZENIE DO NIEINWAZYJNEGO KRUSZENIA KAMIENI W CIELE PACJENTA ZA POMOCĄ FAL UDERZENIOWYCH

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do nieinwazyjnego kruszenia kamieni w ciele pacjenta za pomocą fal uderzeniowych, wytwarzanych za pomocą generatora elektromagnetycznego. Kamienie te na skutek procesów chorobowych mogą powstawać np. w nerkach.

W dotychczas znanych urządzeniach stosuje się generator elektromagnetyczny z cewką i membraną. Membrana ta umieszczona jest bezpośrednio w wodzie. Wytwarza ona falę uderzeniową w wodzie, która to fala rozchodzi się a po przebyciu pewnej drogi zostaje skupiona np. za pomocą soczewki. Rozwiązanie takie wykazuje wiele wad. Membrana na skutek małego oporu wody znacznie się wychyla podczas wytwarzania impulsu. Powoduje to, po pewnym czasie, deformację membrany, jej wyginanie się, także szybkie zużycie na skutek zmęczenia materiału. Aby temu przeciwdziałać stosuje się dodatkową pompę hydrauliczną, która podwyższa ciśnienie statyczne wody przylegającej do membrany.

Ponadto, inną wadą znanych urządzeń jest fakt, że wytworzona w wodzie fala uderzeniowa po przebyciu pewnej drogi pada najpierw na przednią a następnie na tylną powierzchnię soczewki skupiającej. Każdorazowo na granicy woda-soczewka i soczewka-woda następuje osłabienie energii fali uderzeniowej.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji urządzenia eliminującej wady znanych rozwiązań jednocześnie umożliwiające kontrolowanie położenia ogniska fali uderzeniowej.

Zgodnie z wynalazkiem, urządzenie ma membranę sprzężoną akustycznie z płaską powierzchnią soczewki skupiającej. Pomiedzy powierzchnią membrany a powierzchnią soczewki znajduje się warstwa cieczy. Na powierzchni wklęsłej soczewki skupiającej umieszczona jest ultradźwiękowa głowica nadawczo-odbiorcza. Głowica połączona jest z echoskopem lub ultrasonografem do wyznaczania odległości kamienia w ciele pacjenta i kontrolowania położenia ogniska fali uderzeniowej. Membrana jest połączona mechanicznie z płaską powierzchnią so-

czewki skupiającej. Wklęsła powierzchnia soczewki ma kształt elipsoidy obrotowej. Wklęsła powierzchnia soczewki ma kształt złożony co najmniej z dwóch powierzchni kulistych o co najmniej dwóch różnych promieniach krzywizny.

Rozwiązanie według wynalazku zapewnia dwukrotnie mniejsze straty natężenia fali uderzeniowej niż w znanych dotychczas urządzeniach, gdyż fala uderzeniowa przechodzi tylko jeden raz przez granicę między soczewką a cieczą. Unika się dzięki temu rozwiązaniu konieczności chłodzenia urządzenia.

Bardzo istotnym warunkiem właściwego działania urządzenia według wynalazku jest kontrolowane skierowanie ogniska fali uderzeniowej na wnętrze kamienia. W znanych rozwiązaniach stosuje się do tego celu technikę rentgenowską. Jest to metoda szkodliwa dla zdrowia pacjenta i należało jej stosowanie ograniczyć do niezbędnego minimum. Dlatego też zastosowanie według wynalazku głowicy ultradźwiękowej umożliwia w sposób ciągły kontrolować położenie kamienia w czasie jego kruszenia.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym pokazano schematycznie urządzenie do nieinwazyjnego kruszenia kamieni w ciele pacjenta za pomocą fal uderzeniowych.

Urządzenie jest wyposażone w generator elektromagnetyczny zawierający cewkę 1 spoczywającą na podkładce 4. Między cewką 1 a membraną 2 umieszczona jest warstwa izolacyjna 3. Membrana 2 jest mechanicznie połączona z płaską powierzchnią soczewki 5. Soczewka może też być dociśnięta do membrany 2 a nierównomierności między powierzchnią membrany 2 a płaską powierzchnią soczewki 5 mogą być wypełnione cieczą. Urządzenie jest wyposażone w płasko-wklęsłą soczewkę 5. Na powierzchni wklęsłej soczewki skupiającej 5 jest umieszczona ultradźwiękowa głowica nadawczo-odbiorcza 12. Głowica 12 jest połączona z echoskopem 14. Również może być połączona z ultrasonografem do wyznaczania odległości kamienia w ciele pacjenta.

Soczewka 5 ma jedną powierzchnię płaską. Druga powierzchnia soczewki 5 może mieć kształt kulisty. Jednakże na powierzchni kulistej występuje załamanie promieni 7 i 8 w ten sposób, że promienie bardziej oddalone od środka powierzchni soczewki 5 są bardziej załamane niż promienie bliższe środkowi soczewki. W rezultacie ognisko 6 zostaje rozmyte zwiększając znacznie swoje rozmiary. Może to powodować niepożądane napromieniowanie falą uderzeniową tkanek znajdujących się w pobliżu kamienia 9. Można wyeliminować to zjawisko stosując zamiast wklęsłej powierzchni kulistej powierzchnie stanowiącą wycinek powierzchni elipsoidy obrotowej. Jak można wykazać analitycznie, powierzchnia elipsoidalna załamuje równoległą wiązkę fali w ten sposób, że poszczególne promienie wiązki spotykają się w jednym punkcie na osi soczewki 5 stanowiącym ognisko 6. Czas przejścia fali uderzeniowej na drodze promienia 7 lub 8 od membrany 2 aż do ogniska 6 jest stały niezależnie od odległości promienia przechodzącego przez soczewkę 5 od jej osi. Dzięki temu eliminuje się rozmycie ogniska 6, które uzyskuje minimalne rozmiary.

Jednakże dokładne wykonanie wklęsłej powierzchni soczewki 5 w postaci elipsoidy obrotowej wymaga stosowania specjalnych obrabiarek i jest operacją bardzo kosztowną. Niedogodność tę można usunąć przez zastosowanie soczewki 5, której wklęsła powierzchnia ma kształt złożony z dwóch powierzchni kulistych o dwóch różnych promieniach krzywizny. W ten sposób idealny kształt powierzchni wklęsłej soczewki 5, którym byłaby elipsoida obrotowa zostaje przybliżony dwoma powierzchniami kulistymi. Zamiast dwóch powierzchni kulistych o dwóch różnych promieniach krzywizny można zastosować dowolną liczbę "n" powierzchni kulistych o "n" promieniach krzywizny, w ten sposób lepiej przybliżając wklęsłą powierzchnię soczewki 5 do powierzchni elipsoidy obrotowej.

Działanie urządzenia jest następujące: Fale uderzeniowe wytwarzane są za pomocą generatora elektromagnetycznego z cewką 1, przez który przepuszcza się bardzo duży impuls prądu elektrycznego. Na skutek tego, w metalowej membranie 2 powstają prądy wirowe. Prądy w cewce 1 i membranie 2 powodują powstanie silnego pola magnetycznego, które powoduje impuls siły odpychania między cewką 1 a membraną 2. Na skutek impulsu siły odpychania między cewką 1 a membraną 2 w soczewce 5 rozchodzi się fala uderzeniowa, która zostaje skupiona w ognisku 6. Na rysunku pokazano zewnętrzne promienie 7 i 8 tej fali.

Fala uderzeniowa jest tak skupiona, aby jej ognisko 6 znajdowało się we wnętrzu kamienia 9 znajdującego się w ciele pacjenta. Przestrzeń między ciałem pacjenta a soczewką 5 wypełniona jest wodą 11. Na skutek dużych ciśnień powstających pod wpływem fali uderzeniowej w ognisku 6 rozkruszony zostaje kamień 9.

Bardzo istotnym warunkiem właściwego działania urządzenia jest nakierowanie ogniska 6 na wnętrze kamienia 9. Warunek ten spełnia ultradźwiękowa głowica nadawczo-odbiorcza 12 wysyłająca w kierunku kamienia 9 wiązkę ultradźwiękową 13, która po odbiciu od kamienia 9 wraca do głowicy nadawczo-odbiorczej 12. Echoskop lub ultrasonograf 14, z którym połączona jest głowica 12 pozwala wyznaczyć odległość między soczewką 5 a kamieniem 9 lub też zobrazować kamień 9 i skontrolować, czy znajduje się w nim ognisko 6 względnie też sprawdzić, czy kamień 9 uległ rozkruszeniu.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Urządzenie do nieinwazyjnego kruszenia kamieni w ciele pacjenta, wyposażone w generator elektromagnetyczny do wytwarzania wiązki fali oraz w soczewkę i membranę, z n a m i e n n e t y m, że jest wyposażone w płasko-wklęsłą soczewkę skupiającą /5/, której płaska powierzchnia jest sprzężona akustycznie z membraną /2/, a pomiędzy powierzchnią membrany /2/ i powierzchnią soczewki /5/ znajduje się warstwa cieczy, natomiast na powierzchni wklęsłej soczewki skupiającej /5/, jest umieszczona ultradźwiękowa głowica nadawczo-odbiorcza /12/, która jest połączona z echoskopem lub ultrasonografem /14/ do wyznaczania odległości kamienia /9/ w ciele pacjenta i kontrolowania położenia ogniska /6/ fali uderzeniowej /13/.

2. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że membrana /2/ jest połączona mechanicznie z płaską powierzchnią soczewki skupiającej /5/.

3. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że wklęsła powierzchnia soczewki /5/ ma kształt elipsoidy obrotowej.

4. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że wklęsła powierzchnia soczewki /5/ ma kształt złożony co najmniej z dwóch powierzchni kulistych o co najmniej dwóch różnych promieniach krzywizny.

