



Urządzenie do pozyskiwania energii elektrycznej w uchu środkowym

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pozyskiwania energii elektrycznej, zwłaszcza wykorzystywanej do zasilania implantu ucha środkowego.

5

Dotychczas znane jest ze zgłoszenia patentowego [US5800336A](#) urządzenie składające się z zespołu magnesu z cewkami, które zamocowane są wewnątrz obudowy. Przewodzenie zmiennego prądu przez cewkę powoduje drgania magnesu względem cewki. Wywołuje to drgania obudowy, przez co można generować wibracje w uchu.

10

Obecnie znanych jest kilka modeli łączników, których zadaniem jest przymocowanie przetwornika implantu ucha środkowego do odnogi długiej kowadełka. Klasyczne łączniki charakteryzują się tym, że nie ma możliwości regulacji sztywności połączenia, co nie daje możliwości połączenia w optymalny sposób, który zapewnia najlepszy transfer wzbudzenia na strzemiączko i dalej do ucha wewnętrznego człowieka. Rozwiązania konstrukcyjne łącznika bez możliwości regulacji sztywności znane są z katalogu produktów firmy MED-EL znane jako INCUS-LP-COUPLER.

15

Z opisu zgłoszenia patentowego nr [US2019356995A1](#) znane jest urządzenie do sprzęgania okienka okrągłego w celu hybrydowej stymulacji słuchu systemem elektrycznomechanicznym. Sztywna zewnętrzna skorupa bezpiecznie wpasowuje się w okrągłą niszę okienka okrągłego na zewnętrznej powierzchni ślimaka pacjenta będącego biorcą. Rowek elektrodowy na zewnętrznej powierzchni zewnętrznej powłoki dobrze przylega do części zestawu elektrod implantu ślimakowego przechodzącego przez niszę okrągłego okna. Wypełnienie łączące jest zamknięte w zewnętrznej powłoce, aby sprzęgać wibracje mechaniczne od bliższego końca do dalszego końca przy minimalnym tłumieniu. Odbiornik przetwornika na bliższym końcu łączy się i odbiera wibracje z powierzchni napędowej przetwornika mechanicznego. Powierzchnia napędowa na dalszym końcu łączy się z płynem perilimfy w ślimaku pacjenta, aby dostarczyć wibracje do płynu prelimfy z minimalnym tłumieniem dla dobrego odbierania jako dźwięku.

20

25

Z opisu zgłoszenia patentowego nr [US2017281942A1](#) znana jest sprężyna obciążająca, która posiada wewnętrzny koniec sprzęgający się z zewnętrznym końcem przetwornika ucha środkowego, zewnętrzny koniec, który sprzęga się ze stałą strukturą anatomiczną w uchu środkowym pacjenta oraz środek masy umieszczony na wspólnej linii między wewnętrznym końcem a zewnętrznym końcem. Sprężyna obciążająca ma również kształt litery S z centralną osią sprężyny wzdłuż wspólnej linii. Sprężyna obciążająca jest skonfigurowana do przemieszczania wewnętrznego i zewnętrznego końca wzdłuż środkowej osi sprężyny, aby pasowała do sprężyny obciążającej między przetwornikiem a nieruchomą strukturą anatomiczną z siłą obciążającą, która znajduje się w określonym zakresie, całkowicie wzdłuż osi środkowej przetwornika ucha środkowego i środkowej osi sprężyny.

30

35

Z opisu zgłoszenia patentowego nr [US5085628A](#) znany jest łącznik akustyczny, który posiada obudowę z zamkniętym dnem i podatną membranę przymocowaną do obwodu obudowy, tworząc komorę akustyczną. Rurka jest połączona przez bok, spód lub obudowę komory w celu przenoszenia ciśnienia akustycznego między komorą a przetwornikiem elektroakustycznym podłączonym na drugim końcu

5 rurki. Przetwornikiem może być mikrofon lub odbiornik aparatu słuchowego. Przetwornik elektroakustyczny, ponieważ jest zbyt duży do bezpośredniego umieszczenia w jamie ucha środkowego, może znajdować się w innym miejscu czaszki, na przykład za uchem, przylegając do powierzchni skóry. Po podłączeniu do mikrofonu, łącznik może być umieszczony w jamie ucha
10 środkowego za błoną bębenkową i może być przymocowany do kosteczki słuchowej za pomocą haczyka drucianego przymocowanego do przepony łącznika. Po podłączeniu do jednostki wysyłającej wibracje łącznik może przenosić wygenerowane wibracje bezpośrednio na koniec strzemiączka. Element sprzęga jeden koniec połączony z jednostką wysyłającą wibracje, a drugi koniec połączony bezpośrednio z strzemiączkami. Przenoszenie drgań odbywa się za pomocą wydrążonej rurki mającej
15 ogólnie pusty w środku człon i zawierającej pewną ilość materiału o niskiej stratności.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr US4988333A znany jest łącznik akustyczny, który posiada obudowę z zamkniętym dnem z podatną membraną przymocowaną do obwodu obudowy, tworząc komorę akustyczną. Długość rurki jest połączona przez bok lub spód obudowy z komorą w celu przenoszenia ciśnienia akustycznego między komorą a przetwornikiem elektroakustycznym podłączonym na drugim
20 końcu rurki. Przetwornikiem może być mikrofon lub odbiornik aparatu słuchowego. Przetwornik elektroakustyczny, ponieważ jest zbyt duży do bezpośredniego umieszczenia w jamie ucha środkowego, może znajdować się w innym miejscu czaszki, na przykład za uchem przylegającym do powierzchni skóry. Po podłączeniu do mikrofonu łącznik może być umieszczony w jamie ucha środkowego za błoną bębenkową i może być przymocowany do kostki za pomocą haka z drutu przymocowanego do przepony łącznika. Po przymocowaniu do odbiornika lub jednostki wysyłającej wibracje łącznik może być przymocowany do wlotowego końca strzemiączka za pomocą porowatego dysku przymocowanego do przepony łącznika, porowatość dysku umożliwia wzrost tkanki i infuzję, dzięki czemu strzemię zostają trwale przymocowane do dysku.

Przedstawione rozwiązania nie dają możliwości dostosowania sztywności łącznika do indywidualnych
25 potrzeb pacjenta ani do natężenia dźwięku docierającego do ucha człowieka. Natomiast z opisu patentowego PL238475B1 znany jest łącznik implantu ucha środkowego o regulowanej sztywności posiadający uchwyt do mocowania przetwornika FMT, który połączony jest za pomocą uchwyty łączącego i ramienia głównego z uchwytem do mocowania na kowadełku. Do ramienia głównego zamocowana jest na stałe belka poprzeczna, do której zamocowane są kolejno na stałe dodatkowe ramię i obrotowo śruba prowadząca, ułożone równolegle do ramienia głównego i zwrócone w kierunku
30 uchwyty. Na ramieniu głównym pomiędzy uchwytem łączącym a belką poprzeczną zamocowany jest przesuwnie wzdłuż osi ramienia głównego sztywny łącznik posiadający pierwszy otwór, w którym znajduje się ramię główne, drugi otwór, w którym znajduje się dodatkowe ramię oraz trzeci otwór okrągły gwintowany, w którym znajduje się śruba prowadząca. Pomiedzy ściankami pierwszego otworu sztywnego łącznika a ramieniem głównym znajduje się podkładka elastomerowa.

Ponadto znane ze zgłoszenia patentowego US5800336A jest urządzenie składające się z zespołu magnesu z cewkami, które zamocowane są wewnątrz obudowy. Urządzenie to również mocowane jest na kowadełku i posiada nieregulowany uchwyt. Ze zgłoszenie patentowego US2003060676A1, znane jest urządzenie składające się magnesu, dwóch cewek i dwóch sprężyn, które umieszczono

w obudowie. Doprowadzony sygnał elektryczny do dwóch cewek powoduje ruch magnesu, przez co następują drgania obudowy. Zaproponowano łączenie tych urządzeń za pomocą klipsa do kosteczki słuchowej w uchu wewnętrznym. Zacisk ma koniec do zamocowania obudowy przetwornika masy pływającej i drugi koniec, który jest zakrzywiony w kształcie litery „C”, dzięki czemu można go łatwo zacisnąć na kostce słuchowej, takiej jak kowadełko. Na końcu zacisku klipsa ma dwie pary przeciwległych występów, które po zgięciu umożliwiają zamocowanie do kosteczki słuchowej.

Opisane wyżej urządzenia znane są również z artykułu ("The Floating Mass Transducer of the Vibrant Soundbridge Interposed Between the Stapes and Tympanic Membrane After Incus Necrosis", 2009 - autorzy Cremers Cor W. R. J., Verhaegen Veronique J. O., Snik Ad F. M.), w którym wykorzystano podobny przetwornik do symulacji połączenia błona bębenkowa- strzemiączko. W artykule ("The floating mass transducer at the round window: Direct transmission or bone conduction?", 2009 autorzy Andreas Arnold, Martin Kompis, Claudia Candraia, Flurin Pfiffner, Rudolf Häusler, Christof Stieger) próbowano wykorzystać podobny przetwornik w celu zastąpienia implantu słuchowego. Zaproponowano kilka sposobów łączenia urządzenia w uchu środkowym. Wszystkie metody opierały się o okrągłą nisze okienną. Urządzenia z wyżej wymienionych patentów wykorzystano również w pracy ("The Floating Mass Transducer for External Auditory Canal and Middle Ear Malformations", 2011 - autorzy Colletti Liliana, Carner Marco, Mandalà Marco, Veronese Sheila, Colletti Vittorio), gdzie analizowany przetwornik umieszczono w uchu środkowym, gdzie zastosowano wyżej opisane metody łączenia tych urządzeń w uchu środkowym.

Nie są to jednak konstrukcje, które służą do łączenia przetworników/urządzeń do pozyskiwania energii z młoteczką.

Z opisu zgłoszenia patentowego [PL441421A1](#) znane jest urządzenie do pozyskiwania energii elektrycznej w uchu środkowym. Charakteryzuje się ono tym, że składa się z obudowy z dwoma podstawami, w której środkowej części znajduje się element ruchomy, do którego ścian ułożonych równolegle do podstaw zamocowane są jednym końcem sprężyny. Do drugiego końca każdej ze sprężyn zamocowana jest płyta. Do podstaw od wewnętrznej strony zamocowane są elementy piezoelektryczne, które podłączone są do akumulatora energii elektrycznej.

Celem wynalazku jest optymalne zamocowanie urządzenia, przetwarzającego energię mechaniczną z drgań błony bębenkowej ucha ludzkiego na energię elektryczną.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pozyskiwania energii elektrycznej w uchu środkowym składający się z obudowy z dwoma podstawami, w której środkowej części znajduje się element ruchomy, do którego ścian ułożonych równolegle do podstaw zamocowane są jednym końcem sprężyny. Do drugiego końca każdej ze sprężyn zamocowana jest płyta. Do podstaw od wewnętrznej strony zamocowane są elementy piezoelektryczne, które podłączone są do akumulatora energii elektrycznej. Istotą rozwiązania jest to, że obudowa w środkowej zewnętrznej części posiada powierzchnię walcową, na której zaciśnięte są pary pierwszych ramion uchwytu wygięte w łuk,

zamocowane końcami do dłuższych boków pierwszej belki uchwyty tudzież koniec pierwszej belki uchwyty zamocowany jest prostopadłe do drugiej belki uchwyty, do której bocznych ścian zamocowane są końcami pary drugich ramion wygiętych w łuk.

5 Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że dzięki uchwytowi możliwe jest zamocowanie urządzenia do ładowanie akumulatora implantu ucha środkowego. Montaż w takim uchwycie nie koliduje z innymi elementami ucha środkowego. Uchwyt posiada samoregulujący się zacisk, który umożliwia montaż tych urządzeń na dowolnych rozmiarach kości ucha środkowego (młoteczka). Pozwala to na szeroką aplikację dostosowaną do indywidualnych potrzeb pacjenta.

10

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – urządzenie z akumulatorem energii w widoku perspektywicznym,

fig. 2 – urządzenie w miejscu mocowania w widoku perspektywicznym,

15 fig. 3 – widok perspektywiczny uchwytu,

fig. 4 – urządzenie w przekroju poprzecznym ze stanu techniki

fig. 5 – urządzenie z akumulatorem energii w widoku perspektywicznym ze stanu techniki,

fig. 6 – urządzenie w miejscu mocowania w widoku perspektywicznym ze stanu techniki.

20

Urządzenie do pozyskiwania energii elektrycznej w uchu środkowym w przykładzie wykonania składa się z obudowy 1 w kształcie walca o wysokości 2 mm, średnicy 1,6 mm, grubości ścianki 0,01mm, z dwoma okrągłymi podstawami 1.1. W środkowej części obudowy 1 znajduje się element ruchomy 2 w kształcie walca o średnicy 1,5mm i wysokości 0,8mm oraz masie 0,0044g. Do ścian 2.1 elementu ruchomego 2 ułożonych równoległe do podstaw 1.1 zamocowane są jednym końcem sprężyny 3 o sztywności k_3 . Do drugiego końca każdej ze sprężyn 3 zamocowana jest płyta 4 o przekroju okrągłym i średnicy równej wewnętrznej średnicy obudowy 1. Do podstaw 1.1 od wewnętrznej strony zamocowane są elementy piezoelektryczne 5 w postaci walca o wysokości 0,18mm i średnicy 1,5mm wykazujący efekt piezoelektryczny prosty, częstotliwość rezonansowa 1 KHz \pm 100 Hz. Elementy piezoelektryczne 5 podłączone są do akumulatora energii elektrycznej 6 o pojemność min. 570mAh.

25

30 W pozycji spoczynkowej płyty 4 stykają się z elementami piezoelektrycznymi 5.

Obudowa 1 w środkowej zewnętrznej części posiada powierzchnię walcową 1.2, na której zaciśnięte są dwie pary pierwszych ramion 7.1 uchwytu wygięte w łuk, zamocowane końcami do dłuższych boków pierwszej belki 7.2 uchwytu. Koniec pierwszej belki 7.2 uchwytu zamocowany jest prostopadłe do drugiej belki 7.3 uchwytu, do której bocznych ścian zamocowane są końcami trzy pary drugich ramion 7.4 wygiętych w łuk i zamocowane do młoteczka 8, które jest połączone z błoną bębenkową 9 ucha.

35

Działanie urządzenia do pozyskiwania energii elektrycznej w uchu środkowym polega na tym, że w wyniku drgania błony bębenkowej ucha przekładają się na ruch młoteczka 8. W wyniku czego nastąpi bezwładny ruch masy w środku obudowy 1 urządzenia. Powoduje to ściśnięcie elementu piezoelektrycznego 5, w rezultacie czego generuje się napięcie na okładzinach piezoelektryka, które z kolei zostanie przekazane do akumulatora energii elektrycznej 6 implantu.

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

1. Obudowa
 - 1.1. Podstawa obudowy
 - 1.2. Powierzchnia walcowa
2. Element ruchomy
 - 2.1. Ściana
3. Sprężyna
4. Płyta
5. Element piezoelektryczne
6. Akumulator energii elektrycznej
7. Uchwyt do zamocowania urządzenia
 - 7.1. Pierwsze ramię
 - 7.2. Pierwsza belka
 - 7.3. Druga belka
 - 7.4. Drugie ramię
8. Młoteczek
9. Błona bębnekowa