



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 109162

(13) U

(51) МПК

H01L 41/083 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 02536**

(22) Дата подання заявки: **15.03.2016**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.08.2016**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.08.2016, Бюл.№ 15**

(72) Винахідник(и):

**Терещенко Микола Федорович (UA),**

**Тимчик Григорій Семенович (UA),**

**Чухраєв Микола Вікторович (UA),**

**Цокота Михайло Валерійович (UA)**

(73) Власник(и):

**Терещенко Микола Федорович,**

вул. Градинська, 6, кв. 76, м. Київ, 02034  
(UA),

**Тимчик Григорій Семенович,**

вул. Каштанова, 3, кв. 163, м. Київ, 03232  
(UA),

**Чухраєв Микола Вікторович,**

вул. Івана Пулюя, 3, кв. 282, м. Київ, 03048  
(UA),

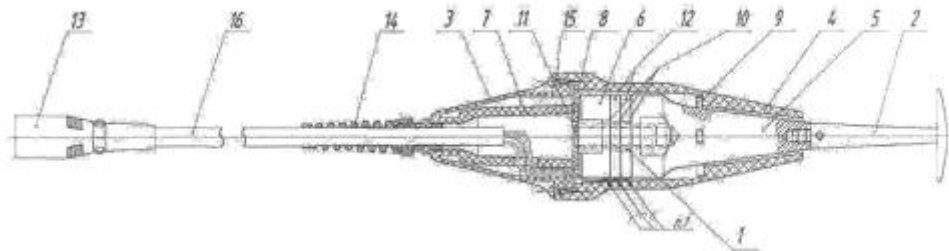
**Цокота Михайло Валерійович,**

вул. Ак. Янгеля, 7, кв. 533, м. Київ, 03056  
(UA)

## (54) П'ЕЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ ПЛОСКОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХВИЛІ

(57) Реферат:

П'єзоелектричний випромінювач плоскої ультразвукової хвилі виконаний у вигляді коаксіальної резонансної коливальної системи, що містить набір п'єзоелементів у формі плоских кілець, охоплюваний з двох сторін деталями у формі втулок. Резонансний хвилевідний акустичний трансформатор, розміщений на осі випромінювача в отворах п'єзоелементів і втулок, виконаний у вигляді стяжки, для чого під'єднаний до другої втулки, а проекція цього з'єднання на вісь випромінювача містить точку, що належить площині рівних амплітуд спільних його коливань і стягує всю конструкцію, якщо вважати її монолітною. Випромінювач містить електричний кабель, електроди, штекер, насадку, з'єднану шпилькою відображаючу накладку, а активна зона складається з п'єзоелементів у формі плоских кілець, розділених контактними пластинами. Хвилевід, який є концентратором, з'єднаний з накладками і насадкою та опирається у втулку з прокладкою, які знаходяться в корпусі, що складається з кришки передньої та кришки задньої, з'єднаних шурупами. Кабель припаяний до електродів та проходить через боковий отвір втулки і затискається вводом кабелю, а до іншого кінця кабелю під'єднаний штекер.



UA 109162 U



Корисна модель належить до медичного приладобудування, в частині фізіотерапевтичної техніки, а саме до апаратів ультразвукової терапії.

Найбільш близьким технічним рішенням до того, що заявляється, є п'єзоелектричний випромінювач плоскої ультразвукової хвилі [Патент на винахід RU № 2402113, МПК H01L 41/083 (2006.01), опубл. 20.10.2010 р. Бюл. № 29], виконаний у вигляді коаксіальної резонансної коливальної системи, що містить набір п'єзоелементів у формі плоских кілець, охоплюваний з двох сторін деталями у формі втулок, резонансний хвилевідний акустичний трансформатор, розміщений на осі випромінювача в отворах п'єзоелементів і втулок, виконаний у вигляді стяжки, для чого під'єднаний до другої втулки, а проекція цього з'єднання на вісь випромінювача містить точку, що належить площині рівних амплітуд спільних його коливань і стягує всю конструкцію, якщо вважати її монолітною, і при відсутності цього з'єднання.

Даний п'єзоелектричний випромінювач (ПВ) плоскої ультразвукової хвилі, являє собою складну складальну коаксіальну конструкцію, що включає:

- два прилеглі п'єзоелементи, які власне є електроакустичними перетворювачами і мають форму плоских кілець та розділяються елементами для комутації з джерелом змінної напруги;

- передню частину, призначену для передачі коливань в навантаження, що виконує функцію твердотілого хвилевідного акустичного трансформатора і задню частину, які виконані у вигляді металевих втулок, які охоплюють перетворювачі з обох сторін;

- кріплення - стяжку у вигляді болта або шпильки (центрального болта), у тому числі з наскрізним або глухим осьовим отвором, поміщену на осі випромінювача всередині отворів в перетворювачах і втулках, яка здійснює механічне з'єднання зі стискуючим зусиллям в (натягом) цих деталей в єдину коливальну систему, що має частоту вільних коливань аналогічну зворотній частоті вимушених коливань п'єзоелементів - частоті випромінювання.

Недоліком даного випромінювача є невисокий коефіцієнт корисної дії (ККД) із-за розсіювання частини енергії циклічних напружень на механічних з'єднаннях, висока складність в узгодженні частоти вільних пружних коливань п'єзоелементів з резонансною частотою всієї коливальної системи ПВ. Так як частота вільних коливань  $f_{\text{пв}}$  п'єзоелементів повинна відповідати частоті вимушених коливань  $f_{\text{пв}}$  п'єзоелектричного випромінювача. Таке узгодження досягається в резонансному хвилевідному акустичному трансформаторі, виконаному в вигляді стяжки механічних з'єднань.

До того ж, згідно з рівнянням, розповсюдження плоскопружної хвилі дозволяє знайти залежність величини коливального зміщення  $\xi$  точок будь-якого об'єкта від координати перпендикулярного до його осі  $x$  перерізу площі  $S$  на нескінченно малій відстані  $dx$ , від якого швидкість розповсюдження пружних коливань дорівнює  $c$ , шляхом інтегрування відомого диференціального рівняння коливань:

$$\frac{d^2\xi}{dx^2} + \frac{d\xi}{Sdx} \frac{dS}{dx} + \frac{\omega^2}{c^2} \xi(x) = 0, (1)$$

де  $S$  і  $c$  - функції  $x$ ,  $\omega$  - кутова частота коливань.

Для досягнення на виході ПВ умов додавання енергій двох коливальних систем з однаковою амплітудою та фазою коливань необхідно компенсувати сили внутрішнього тертя, тертя пружності та ковзання, що приводить до розсіювання та перетворення енергії в тепло, чи в виникненні неосновних мод коливань.

Задачею корисної моделі є розробка універсального п'єзоелектричного випромінювача для ультразвукової терапії, з розширеними функціональними можливостями, широкими динамічним та частотним діапазонами, високим КПД, економічно малозатратним для виготовлення конструкції ультразвукового випромінювача зі збереженням його функціональних характеристик та технічних показників.

Згідно з рівнянням теорії акустики конденсованих середовищ, інтенсивність ультразвуку в біологічній тканині (рідині) на плоскій поверхні насадки 2 буде прямо пропорційна квадрату амплітуди її коливання та обернено пропорційна питомому акустичному опору біологічної тканини, а потужність відповідає добутку інтенсивності на площу поверхні, через яку він випромінюється.

Поставлена задача вирішується тим, що в ультразвуковому п'єзокерамічному випромінювачі, який містить хвилевід, п'єзокерамічні кільцеві пластини, контактні пластини, втулку та гайку, які закріплені між собою стягуючою шпилькою, розміщений в порожнистому корпусі з передньою та задньою кришками та опирається в упорну втулку. Для усунення втрат ультразвукової хвилі через матеріал корпусу, між гайкою та упорною втулкою розміщена гумова прокладка та встановлені чотири гумові накладки на фіксаційні ніжки хвилеводу.

Вдосконалення полягає в розробці корпусу, втулки та прокладки під готовий перетворювач. Корпус та втулка виготовлені із пластику марки АБС-С ТУ 2214-004-05762347-96, який має підвищену стійкість до горіння та застосовується для виготовлення корпусів приладів, теле- і радіоапаратури, виробів технічного призначення і ТНС, які контактують з харчовими продуктами. Прокладка виготовляється з гуми марки Пластина 1Ф-І-ТМКЩ-С<sub>2</sub>-3 ГОСТ 7338-90 середньої твердості, яка пом'якшує навантаження на хвилевід в зборі та дозволяє його жорстко зафіксувати в корпусі.

На кресленні приведено зображення п'єзокерамічного випромінювача плоскої ультразвукової хвилі. Він складається із хвилеводу 5, втулки 1, активної зони з п'єзокерамічних кільцевих пластин 12, гайки 6, розділених контактними пластинами 10 та з'єднаних стягуючою шпилькою 11 та розділених контактними пластинами 10, та насадки 2, які в зборі опираються у втулку 7, та знаходяться в порожнистому корпусі, який складається з кришки передньої 4 та кришки задньої 3, з'єднаних чотирма шурупами 15. Електричний кабель 16 припаяний до контактних пластин 10 та проходить через боковий отвір втулки 7 і затискається вводом кабелю 14. До іншого кінця кабелю припаюється штекер XLR3 13. Хвилевід 5 містить чотири накладки 9 та розділений від втулки 7 прокладкою 8.

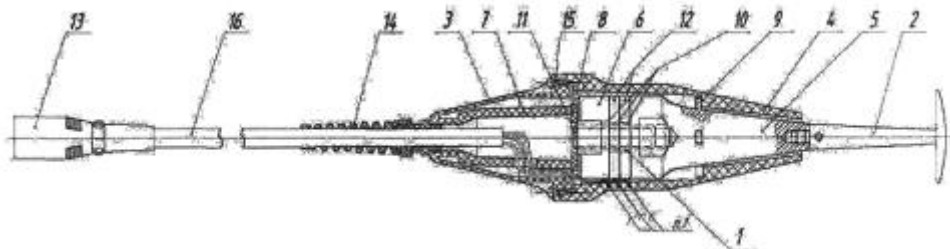
Випромінювач працює наступним чином.

На кабель 16 надходить електричний сигнал ультразвукової частоти (робота частота ультразвукового генератора 44 кГц) до контактних пластин 10, між якими утворюється електричне поле, внаслідок якого в п'єзокерамічних пластинах 12 виникають механічні коливання за рахунок зворотного п'єзоелектричного ефекту, які відбиваються від гайки 6, що виконує роль відображаючої накладки, та проходять по хвилеводу 6, який є концентратором, до насадки 2. При контакті робочої поверхні насадки 2 з зонами поверхні тіла людини, відбувається терапевтичний ультразвуковий вплив.

Таким чином, запропонована корисна модель, дозволяє зменшити витрати на виготовлення корпусу ультразвукового випромінювача зі збереженням його функціональних характеристик та технічних показників.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

П'єзоелектричний випромінювач плоскої ультразвукової хвилі, що виконаний у вигляді коаксіальної резонансної коливальної системи, що містить набір п'єзоелементів у формі плоских кілець, охоплюваний з двох сторін деталями у формі втулок, резонансний хвилевідний акустичний трансформатор, розміщений на осі випромінювача в отворах п'єзоелементів і втулок, виконаний у вигляді стяжки, для чого під'єднаний до другої втулки, а проекція цього з'єднання на вісь випромінювача містить точку, що належить площині рівних амплітуд спільних його коливань і стягує всю конструкцію, якщо вважати її монолітною, і при відсутності цього з'єднання, який **відрізняється** тим, що містить електричний кабель, електроди, штекер, насадку, з'єднану шпилькою відображаючу накладку, а активна зона складається з п'єзоелементів у формі плоских кілець, розділених контактними пластинами, хвилевід, який є концентратором, з'єднаний з накладками і насадкою та опирається у втулку з прокладкою, які знаходяться в корпусі, що складається з кришки передньої та кришки задньої, з'єднаних шурупами, причому кабель припаяний до електродів та проходить через боковий отвір втулки і затискається вводом кабелю, а до іншого кінця кабелю під'єднаний штекер.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601