

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y 101987

**Patent dodatkowy
do patentu _____**

Zgłoszono: 16.06.76 (P. 190511)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 19.12.77

Opis patentowy opublikowano: 30.08.1979

Int. Cl².

H04R 17/00

H04R 31/00

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Tadeusz Ciszewski, Tadeusz Gudra

Uprawniony z patentu: Politechnika Wrocławska,
Wrocław (Polska)

Warstwowy przetwornik elektroakustyczny i sposób wytwarzania warstwowego przetwornika elektroakustycznego

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest warstwowy przetwornik elektroakustyczny i sposób wytwarzania warstwowego przetwornika elektroakustycznego. Przetwornik ten znajduje szczególne zastosowanie wszędzie tam, gdzie jest wymagany duży poziom mocy akustycznej, zwłaszcza w ultradźwiękowych urządzeniach myjących, emulgatorach, zgrzewarkach ultradźwiękowych czy urządzeniach hydrolokalacyjnych.

Stan techniki. Znane z literatury i stosowania warstwowe przetworniki elektroakustyczne są zbudowane następująco. Jedna lub więcej płytek z materiału piezoceramicznego umieszczone są pomiędzy co najmniej dwiema masami obciążającymi, przesuwającymi rezonans mechaniczny drgań grubościowych płytki piezoceramicznej w kierunku niższych częstotliwości. Masy obciążające, którymi są najczęściej bryły metalowe, połączone są z płytkami piezoceramicznymi za pomocą jednego lub kilku nagwintowanych trzpieni, tworzących połączenia śrubowe. Wstępne naprężenia ściskające w materiale piezoceramicznym, niezbędne dla prawidłowej pracy przetwornika, są uzyskiwane przez dobór odpowiedniego momentu dokręcenia śrub. Śruby te mają duży wpływ na pracę takiego przetwornika, gdyż zwłaszcza ich łby lub nakrętki są przyczyną występowania niepożądanych rezonansów, leżących poza podstawowym rezonansem drgań grubościowych mas obciążających.

W praktyce, wpływ ten zmniejsza się przez odpowiednią modyfikację konstrukcji mechanicznej, polegającą na wpuszczeniu łba śruby do wnętrza jednej z metalowych brył. Korzystne jest maksymalne zmniejszenie stosunku masy części śruby wystającej ponad powierzchnię bryły do masy tej bryły, jednakże nie zapewnia to całkowitego wyeliminowania szkodliwych rezonansów.

Z opisu patentowego wynalazku pt. Sandwich transducer – przetwornik warstwowy, patent USA nr 3183378, znany jest z jednego z przykładowych rozwiązań przetwornik, zbudowany z trzech brył metalowych w kształcie prostokątów, mających w środku otwór, przez który przechodzi mocująca śruba wkręcana w dolną bryłę metalową, opierająca się łbem o górną bryłę. Między górną a środkową bryłą oraz między środkową a dolną są umieszczone po cztery płytki w kształcie walca, wykonane z materiału piezoceramicznego, metalizowane na powierzchniach podstaw walca. Wielkość płytek jest tak dobrana, że umieszczone wokół śruby i obok siebie nie wystają poza obrys brył metalowych. Wstępne naprężenie, niezbędne do pracy

układu, uzyskiwane jest przez skręcenie całości śrubą. Przemienne napięcie pobudzające przetwornik do drgań jest doprowadzane poprzez bryły zewnętrzne i bryłę środkową. Z innego przykładu tego wynalazku znany jest przetwornik wyposażony tylko w dwie walcowe płytki z materiału piezoceramicznego z otworami pośrodku, umieszczone pomiędzy trzema bryłami, przy czym powierzchnia przylegania płytek do brył jest nieco mniejsza od powierzchni brył.

Z opisu patentowego wynalazku pt. Transducer – przetwornik, patent USA nr 3218488 znany jest warstwowy przetwornik elektroakustyczny zbudowany z dwóch brył metalowych o różnym kształcie i umieszczonych pomiędzy nimi dwóch lub więcej warstw materiału piezoceramicznego. Mocująca śruba przechodzi przez centralny otwór wykonany w bryłach i warstwach przy czym jej łeb jest wpuszczony na pewną głębokość w jedną z brył, zaś gwint wkręcony w otwór nagwintowany wewnątrz wykonany w dolnej bryle na określonej głębokości.

Istota wynalazku. Wynalazek dotyczy warstwowego przetwornika elektroakustycznego zbudowanego z brył metalowych, pomiędzy którymi jest umieszczona co najmniej jedna warstwa materiału piezoelektrycznego o elektrycznie przewodzących powierzchniach, do których jest doprowadzane zasilające napięcie, przy czym ewentualnie między bryły lub między bryły a warstwy materiału piezoelektrycznego wprowadzony jest materiał elektroizolacyjny. Istotą wynalazku jest to, że co najmniej jedna bryła ma co najmniej jeden wystający element, przylegający do drugiej bryły a połączony z nią łączącą substancją, zaś pomiędzy warstwami materiału piezoelektrycznego a bryłami metalowymi są wytworzone naprężenia pochodzące od tego materiału piezoelektrycznego. Zależnie od potrzeb powierzchnie przylegania brył do siebie są, albo skośne, albo prostopadłe do powierzchni przylegania warstw materiału piezoelektrycznego do tych brył. Korzystne jest, gdy wystający element jednej z brył jest trzpieniem otoczonym powierzchnią otworu wykonanego w drugiej bryle. Celowe jest także wykonanie wystającego elementu w postaci kołnierza, bądź otaczającego drugą bryłę, bądź otoczonego drugą bryłą przynajmniej z jednej strony.

Wynalazek dotyczy ponadto sposobu wytwarzania warstwowego przetwornika elektroakustycznego, który wykonuje się z brył metalowych i pomiędzy nimi umieszcza się co najmniej jedną warstwę materiału piezoelektrycznego o elektrycznie przewodzących powierzchniach, przeznaczonych do doprowadzania do nich napięcia zasilającego, zaś między bryły lub między bryły a warstwy materiału piezoelektrycznego wprowadza się ewentualnie materiał elektroizolacyjny. Istotą sposobu jest to, że jedną bryłę wyposaża się w wystający element, zaś drugą w odpowiadające mu wgłębienie, którego powierzchnia jest przeznaczona do przylegania do wystającego elementu, po czym nakłada się jedną bryłę na drugą bryłę, umieszczając pomiędzy nimi warstwy materiału piezoelektrycznego, a następnie wprowadza się między wystający element a wgłębienie łączącą substancję i przykładają się do brył przetwornika ściskające siły prostopadłe do warstw materiału piezoelektrycznego, równocześnie poddając te warstwy polaryzacji napięciem o kierunku przeciwnym i wartości mniejszej od napięcia wstępnej polaryzacji, stosowanego podczas procesu wytwarzania tego materiału piezoelektrycznego, zaś po zakończeniu procesu łączenia się brył zdejmuje się te siły i to napięcie polaryzacji.

Przetwornik zgodny z wynalazkiem nie wymaga stosowania żadnych elementów łączących, np. śrub zapewniających mu podczas eksploatacji nacisk zewnętrzny. Uzyskane to zostało dzięki temu, że wytworzone podczas procesu łączenia brył metalowych przetwornika wstępne siły, pochodzące od napięcia polaryzacji działającego na warstwy materiału piezoelektrycznego i od wstępnego nacisku, powodujące w trakcie wytwarzania przetwornika zmniejszenie się grubości warstw materiału piezoelektrycznego, wywołują po całkowitym zakończeniu łączenia się brył ze sobą naprężenia pomiędzy tymi bryłami a tymi warstwami, warunkujące działanie przetwornika. Dzięki takiej budowie i takiemu procesowi wytwarzania przetwornika uzyskuje się dobre sprzężenie akustyczne pomiędzy bryłami a warstwami piezoelektrycznymi oraz unika się występowania szkodliwych rezonansów, pochodzących od elementów łączących. Zbędne jest zatem stosowanie wycięć w materiale brył, co było konieczne w znanych przetwornikach dla zmniejszenia szkodliwych rezonansów, wymagających także używania w nich śrub mocujących o małym łbie i dużej wytrzymałości na rozrywanie. W rezultacie w przetworniku według wynalazku zmniejszone zostały jego straty i podniesiona sprawność. Na substancję łączącą przetwornika działają głównie siły ścinające, na które znane substancje łączące, np. żywica epoksydowa, są najbardziej odporne.

Zależnie od konfiguracji brył, powierzchnię ich przylegania, związaną substancją łączącą, można zwiększać lub zmniejszać, co daje możliwość wpływu na wielkość jednostkowych obciążeń ścinających, a tym samym na niezawodność połączenia. Brak mechanicznych elementów łączących w przetworniku nie naraża go na zmianę jego własności podczas eksploatacji, co mogło występować w znanych rozwiązaniach np. przez rozluźnienie śrub.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w trzech przykładach wykonania zilustrowanych rysunkiem, na którym są schematycznie przedstawione trzy wersje konstrukcyjne przetwornika, w przekroju wzdłużnym, przy czym fig. 1 przedstawia wersję z rdzeniem, wraz z doprowadzonym napięciem polaryzacji, fig. 2 – wersję z kołnierzem otaczającym współpracującą bryłę, a fig. 3 – wersję z kołnierzem otoczonym z obu stron drugą bryłą.

Przykłady realizacji.

Przykład I. Pierwsze przykładowe rozwiązanie przetwornika według wynalazku przedstawia się następująco. Jedna bryła, spełniająca rolę masy promieniującej, jest metalowym walcem 1 z centralnie usytuowanym wobec niego walcowym trzpieniem 2, prostopadłym do górnej powierzchni walca 1 i będącym jego integralną częścią. Na walec 1 wokół jego trzpienia 2 są nałożone dwa centralnie perforowane krążki 3 z materiału piezoceramicznego o metalizowanych powierzchniach, zaś na tych krążkach 3 jest usytuowany centralnie perforowany metalowy walec 4, spełniający rolę masy obciążającej. Powierzchnia otworu walca 4 jest połączona z powierzchnią trzpienia 2 warstwą kleju 5. Do przylegających do siebie metalizowanych powierzchni krążków 3 z materiału piezoceramicznego, stanowiących jeden z elektrycznych zacisków przetwornika doprowadzany jest podczas eksploatacji sygnał w postaci przemiennego napięcia U_s , zaś metalizowane powierzchnie krążków 3 stykające się z walcem 1 i walcem 4 są ze sobą zwarte i stanowią drugi elektryczny zacisk, połączony z masą przetwornika. Podczas wytwarzania przetwornika, na bryły metalowe, to jest na walce 1 i 4, oddziałuje się ściskającymi siłami F w kierunku prostopadłym do warstw materiału piezoceramicznego, to znaczy do krążków 3, a równocześnie do elektrycznych zacisków przetwornika doprowadza się, zamiast przemiennego napięcia U_s , napięcie U_p polaryzacji, którego biegunowość jest przeciwna biegunowości napięcia wstępnej polaryzacji stosowanego w procesie wytwarzania tego materiału piezoceramicznego, zaś wartość nie przekracza wartości tego wstępnego napięcia polaryzacji. Ściskające siły F i napięcie U_p polaryzacji utrzymuje się nieprzerwanie podczas wprowadzania kleju 5 między trzpień 2 a otwór walca 4 i podczas procesu wiązania się tego kleju 5. Po zakończeniu procesu klejenia zdejmuje się ściskające siły F i odłącza napięcie U_p polaryzacji. W gotowym, przetworniku, wytworzonym tym sposobem, powstają naprężenia P , pochodzące od oddziaływania materiału piezoceramicznego na sklejone bryły metalowe, dzięki czemu przetwornik zasilany napięciem U_s może być pobudzany do drgań stosownie do potrzeb, w szczególności do drgań na częstotliwości rezonansu mechanicznego przetwornika.

Przykład II. Przetwornik przedstawiony w drugim przykładowym rozwiązaniu zgodnym z wynalazkiem ma aluminiową bryłę, spełniającą rolę masy promieniującej w postaci drążonego walca 6 z zewnętrznym kołnierzem 7 tworzącym stożkowe wgłębienie 8. Na dnie wgłębienia 8 jest umieszczony krążek 9 z materiału piezoceramicznego o metalizowanych powierzchniach. Druga bryła, stalowa, spełniająca rolę masy obciążającej ma kształt ściętego stożka 10, jest włożona we wgłębienie 8 drążonego walca 6 i opiera się na krążku 9. Powierzchnia stożka 10 jest połączona ze stożkową powierzchnią wgłębienia 8 warstwą kleju 5, przy czym ta stożkowa powierzchnia wgłębienia 8 jest pokryta warstwą 11 materiału elektroizolacyjnego. Do ściętego stożka 10 jest doprowadzane podczas eksploatacji przemiennie napięcie U_s , zaś drążony walec 6 jest połączony z masą. Proces wytwarzania i właściwości przetwornika są analogiczne jak opisane w przykładzie I.

Przykład III. Rozwiązanie według trzeciego przykładu przedstawia przetwornik, którego metalowa bryła spełniająca rolę masy promieniującej jest walcem 12 wyposażonym w pierścieniowy kołnierz 13 usytuowany w dobranym oddaleniu od bocznej powierzchni walca 12. Druga metalowa bryła spełniająca rolę masy obciążającej jest drążonym walcem 14 i ma wykonany pierścieniowy rowek 15 wymiarami i i usytuowaniem dostosowany do pierścieniowego kołnierza 13, na który zachodzi po złożeniu elementów przetwornika w całość. W wewnętrznej przestrzeni metalowego walca 12 ograniczonej pierścieniowym kołnierzem 13 oraz dolną powierzchnią drążonego walca 14 objętą pierścieniowym rowkiem 15 są umieszczone trzy pełne krążki 16 z materiału piezoelektrycznego o metalizowanych powierzchniach zwartych ze sobą naprzemiennie i połączonych odpowiednio z przemiennym napięciem U_s i masą przetwornika. Pomiędzy dolną powierzchnią drążonego walca 14 ograniczoną rowkiem 15, a górną powierzchnią przylegającego do niej krążka 16 jest umieszczona warstwa 11 materiału elektroizolacyjnego. Powierzchnia rowka 15 przylegająca dwustronnie do kołnierza 13 jest z nim połączona warstwą kleju 5. Proces wytwarzania i właściwości przetwornika są analogiczne jak opisane w przykładzie pierwszym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Warstwowy przetwornik elektroakustyczny, zbudowany z brył metalowych, pomiędzy którymi jest umieszczona co najmniej jedna warstwa materiału piezoelektrycznego o elektrycznie przewodzących powierz-

chniach, do których jest doprowadzane zasilające napięcie, przy czym ewentualnie między bryły lub między bryły a warstwy materiału piezoelektrycznego wprowadzony jest materiał elektroizolacyjny, z n a m i e n n y t y m, że co najmniej jedna bryła ma co najmniej jeden wystający element przylegający do drugiej bryły a połączony z nią łączącą substancją (5), zaś pomiędzy warstwami materiału piezoelektrycznego a metalowymi bryłami są wytworzone naprężenia (P) pochodzące od tego materiału piezoelektrycznego.

2. Przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że powierzchnia przylegania brył do siebie jest prostopadła do powierzchni przylegania warstw materiału piezoelektrycznego do tych brył.

3. Przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że powierzchnia przylegania brył do siebie jest skośna do powierzchni przylegania warstw materiału piezoelektrycznego do tych brył.

4. Przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 1 albo 2 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że wystający element jednej bryły (6 lub 12) jest kołnierzem (7 lub 13).

5. Warstwowy przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 4, z n a m i e n n y t y m, że kołnierz (7) otacza drugą bryłę (10).

6. Warstwowy przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 4, z n a m i e n n y t y m, że kołnierz (13) jest otoczony drugą bryłą (14) przynajmniej z jednej strony.

7. Warstwowy przetwornik elektroakustyczny według zastrz. 1 albo 2 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że wystający element jednej bryły (1) jest trzpieniem (2) otoczonyn. drugą bryłą (4).

8. Sposób wytwarzania warstwowego przetwornika elektroakustycznego, który wykonuje się z brył metalowych i pomiędzy nimi umieszcza co najmniej jedną warstwę materiału piezoelektrycznego o elektrycznie przewodzących powierzchniach, zaś między bryły lub między bryły a warstwy materiału piezoelektrycznego wprowadza się ewentualnie materiał elektroizolacyjny, z n a m i e n n y t y m, że jedną bryłę wyposaża się w wystający element zaś drugą w odpowiadające mu wgłębienie, którego powierzchnia jest przeznaczona do przylegania do wystającego elementu, po czym nakłada się jedną bryłę na drugą i umieszcza pomiędzy nimi warstwy materiału piezoelektrycznego, a następnie wprowadza się między wystający element a wgłębienie łączącą substancją (5) i przykładają się do brył ściskające siły (F) prostopadle do warstw materiału piezoelektrycznego, równocześnie poddając te warstwy polaryzacji napięciem (U_p) o kierunku przeciwnym i wartości mniejszej od napięcia wstępnej polaryzacji stosowanego podczas procesu wytwarzania materiału piezoelektrycznego, zaś po zakończeniu procesu łączenia się brył zdejmują się te ściskające siły (F) i odłącza to napięcie polaryzacji (U_p).

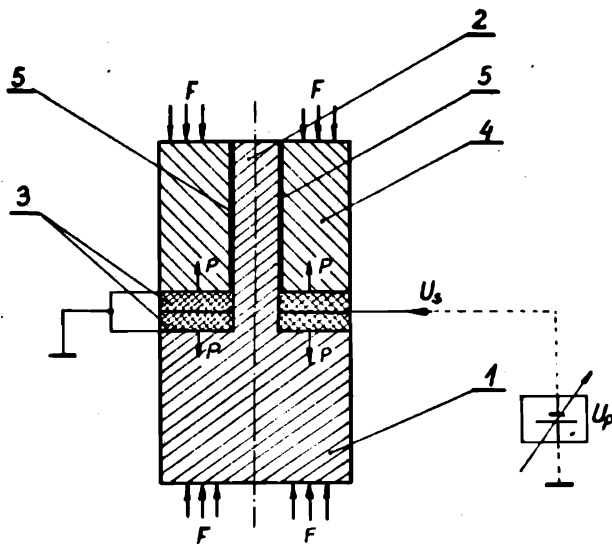


Fig. 1

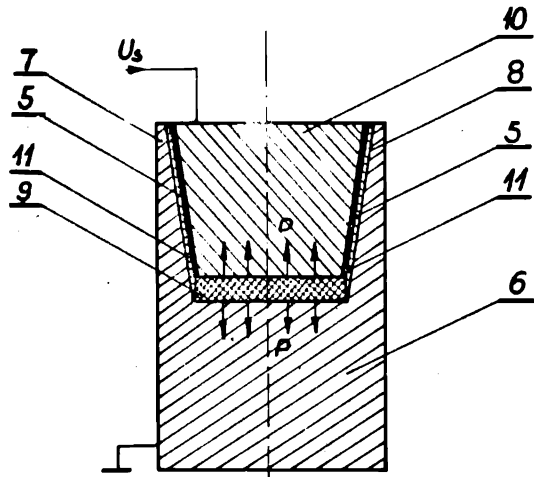


Fig. 2

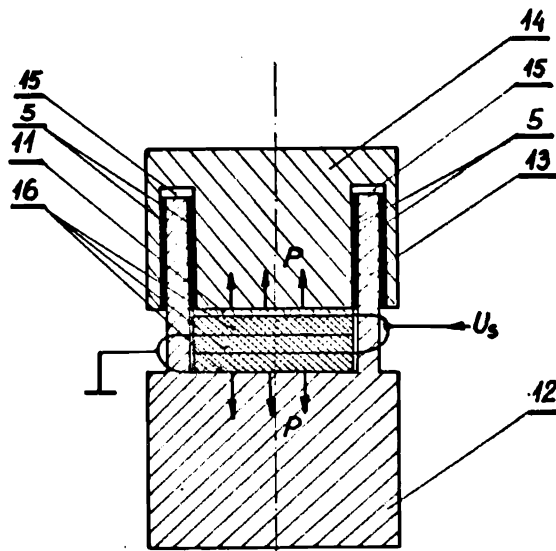


Fig. 3