

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243576 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430012**

(22) Data zgłoszenia: **2019.05.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.11.30 BUP 25/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.09.11 WUP 37/2023**

(51) MKP:

**E04B 1/86** (2006.01)

**E04B 1/84** (2006.01)

**E04B 1/82** (2006.01)

**E04B 1/74** (2006.01)

**E04B 1/62** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MAREK PAWEŁCZYK, Rogoźnik, PL**

**STANISŁAW WRONA, Gliwice, PL**

**KRZYSZTOF MAZUR, Katowice, PL**

**ANNA CHRAPOŃSKA, Częstochowa, PL**

**JAROSŁAW RZEPECKI, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Justyna Duda, Gliwice, PL**

(54) Tytuł:

**Dwupanelowa aktywna bariera akustyczna**

**PL 243576 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest dwupanelowa aktywna bariera akustyczna, przeznaczona do zastosowania jako ściany obudów urządzeń generujących uciążliwy hałas, przegrody akustyczne w budynkach lub innego rodzaju bariery dźwiękoizolacyjne.

Struktury dwupanelowe znajdują wiele zastosowań, w których pożądaną cechą jest wysoka izolacyjność akustyczna. Struktury dwupanelowe wykorzystywane są w nowoczesnym budownictwie energooszczędnym. Znanymi firmami oferującymi wspomniane rozwiązania są między innymi Ytong oraz Weckenmann. Przykładem zgłoszenia patentowego poświęconego ścianom dwupanelowym w budownictwie jest zgłoszenie o numerze KR20180094673. Struktury dwupanelowe są również wykorzystywane w produkcji okien dwuszybowych, zapewniających wysoki poziom izolacji cieplnej i akustycznej. Produkcją okien dwuszybowych zajmują się między innymi polskie firmy Dako i Vetrex oraz zagraniczna firma SupaGlazing. Modyfikacje okien dwuszybowych są przedmiotem zgłoszeń patentowych, na przykład WO2018230896.

Wskazane dotychczas struktury dwupanelowe stanowią klasyczne rozwiązania pasywne – ich izolacyjność akustyczna determinowana jest wprost zaprojektowaną strukturą mechaniczną. Zaletą struktur dwupanelowych jest zapewnienie stosunkowo wysokiej izolacyjności akustycznej w szerokim paśmie częstotliwości przy względnie niewielkiej masie struktury. Wyjątkiem są jednak częstotliwości rezonansowe struktury, dla których charakterystyka częstotliwościowa izolacyjności akustycznej znacząco się pogarsza i okazuje się być często gorsza nawet od ekwiwalentnych barier jednopanelowych. Rezonanse te są niezwykle trudne do wyeliminowania przy użyciu wyłącznie modyfikacji własności mechanicznych struktury. Alternatywą jest wykorzystanie struktur dwupanelowych wyposażonych w elementy wykonawcze, które umożliwiają sterowanie własnościami wibroakustycznymi bariery dwupanelowej (np. pozwalają wpływać na drgania struktury). Podejście to jest przedmiotem badań naukowych (Q. Mao, S. Pietrzko, *Control of Noise and Structural Vibration*, Springer, 2013). Dotychczasowe prace obejmują jednak wykorzystanie elementów wykonawczych przeznaczonych oryginalnie dla pojedynczych paneli, takich jak wzbudniki elektrodynamiczne lub plastry piezoelektryczne. Nie są znane prace, które rozpatrywałyby wykorzystanie elementów wykonawczych dedykowanych dla struktur dwupanelowych, pełniej wykorzystujących specyfikę takiej struktury – np. rozpiętych pomiędzy panelami i umożliwiającymi efektywny transfer energii mechanicznej pomiędzy panelami w pożądanym sposób oraz modyfikującymi przekrój struktury.

Celem wynalazku jest izolacja akustyczna źródła hałasu od narażonych na niego ludzi za pomocą dwupanelowej aktywnej bariery akustycznej z elementami wykonawczymi umieszczonymi pomiędzy panelami.

Istotą według wynalazku jest dwupanelowa aktywna bariera akustyczna, która charakteryzuje się tym, że pomiędzy panelami umieszczone są ruchome elementy wykonawcze przymocowane od strony obudowy do pierwszego panelu, od strony sworznia do drugiego panelu, przy czym ruchomy sworznie umieszczony jest wzdłużnie wewnątrz obudowy. Elementy wykonawcze zasilane są z zewnętrznego źródła zasilania.

Element wykonawczy stanowi aktuator elektrodynamiczny lub stos aktuatorów piezoelektrycznych. Bariera wyposażona jest w czujnik referencyjny umieszczony na lub przy źródle hałasu. Czujnik referencyjny stanowi czujnik drgań. Czujnik referencyjny stanowi mikrofon.

Bariera wyposażona jest w czujnik błędu umieszczony na lub przy barierze. Czujnik błędu stanowi mikrofon umieszczony w polu akustycznym po dowolnej stronie bariery lub w przestrzeni międzypanelowej. Czujnik błędu stanowi czujnik drgań.

Bariera charakteryzuje się tym, że pomiędzy panelami bariery umieszczone są elementy wykonawcze generujące siłę rozpierającą lub ściągającą punkty mocowania elementów wykonawczych. Elementy wykonawcze mają charakter siłownika liniowego, którego końce przymocowane są odpowiednio do powierzchni pierwszego i drugiego panelu bariery. Elementy wykonawcze modyfikują na bieżąco przekrój, a tym samym własności mechaniczne, a także generują dodatkowe drgania struktury, które po interferencji z drganiami wzbudzonymi przez źródło hałasu skutkują redukcją emisji akustycznej do przestrzeni, w której przebywają ludzie, w efekcie znacząco wzmacniając izolacyjność akustyczną bariery. Działanie elementów wykonawczych jest szczególnie istotne w zakresie niskich częstotliwości, gdzie pasywne tłumienie samej struktury dwupanelowej często jest niewystarczające.

Elementy wykonawcze wykorzystują do generacji siły zjawiska elektromagnetyczne (aktuatory elektrodynamiczne) lub efekt piezoelektryczny (stosy aktuatorów piezoelektrycznych). Zwrot i wartość

siły generowanej przez elementy wykonawcze sterowana jest w czasie rzeczywistym przez sterownik mikroprocesorowy.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest osiągnięcie znacząco wyższej izolacyjności akustycznej bariery względem oryginalnej struktury dwupanelowej, a także jednopanelowej. Poprawa ta jest szczególnie widoczna w zakresie niskich częstotliwości, które zazwyczaj są niewystarczająco tłumione przez klasyczne pasywne bariery, co czyni rozwiązanie według wynalazku skutecznym dopełnieniem klasycznych barier oraz aktywnych jednopanelowych. Ponadto, układ wykazuje zdolność do redukcji nawet złożonych hałasów szerokopasmowych. Co również jest istotne, układ aktywny w rozwiązaniu według wynalazku wspomaga izolacyjność bariery akustycznej, przez co efekt jego działania jest globalny (w całej przestrzeni za barierą), w przeciwieństwie do lokalnych stref ciszy, generowanych przez klasyczne układy aktywnej redukcji hałasu oparte o generację antyhałasu za pomocą głośników.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został przedstawiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia dwupanelową aktywną barierę akustyczną, Fig. 2–4 przedstawiają powiększenie elementu wykonawczego odpowiednio w pozycji neutralnej (Fig. 2), generującego siłę rozpierającą (Fig. 3) oraz generującego siłę ściągającą panele (Fig. 4).

W przykładzie wykonania dwupanelowej aktywnej bariery akustycznej, źródło hałasu 1 oddzielone jest dwoma panelami 2 bariery z elementami wykonawczymi 3 od odbiorcy 4 narażonego na hałas 1. W przykładzie wykonania jako elementy wykonawcze 3 zostały użyte aktuatory elektrodynamiczne. Aktuator elektrodynamiczny zawiera cewkę elektryczną umieszczoną w obudowie 8 przymocowaną do pierwszego panelu 2 oraz sworzeń 9 będący magnesem trwałym i przymocowany do drugiego panelu 2. Ruchomy sworzeń 9 umieszczony jest wewnątrz obudowy 8 z cewką zachowując możliwość ruchu wzdłuż osi aktuatora.

Elementy wykonawcze 3 rozpięte są pomiędzy panelami 2, gdzie generując siłę rozpierającą lub ściągającą, efektywnie generują dodatkowe drgania obu paneli, które po interferencji, z drganiami wzbudzonymi przez źródło hałasu 1 skutkują redukcją emisji akustycznej do przestrzeni, w której przebywa odbiorca 4. Zwrot i wartość siły generowanej przez elementy wykonawcze 3 sterowane są w czasie rzeczywistym przez sterownik mikroprocesorowy 5. Sterownik 5 generuje sygnał sterujący elementami wykonawczymi 3 na podstawie pomiarów z czujnika referencyjnego 6 oraz czujnika błędu 7. W przykładzie wykonania jako czujnik referencyjny 6 zastosowano akcelerometr umieszczony na powierzchni źródła hałasu 1, który dostarcza z wyprzedzeniem informacji o generowanym hałasie. Czujnikiem błędu 7 jest w przykładzie mikrofon umieszczony w polu akustycznym pomiędzy panelami 2 bariery, dostarczający informacji o ciśnieniu akustycznym w przestrzeni międzypanelowej. Sygnał ten wykorzystywany jest przez sterownik do celów adaptacji.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Dwupanelowa aktywna bariera akustyczna, **znamienna tym**, że pomiędzy panelami (2) umieszczone są ruchome elementy wykonawcze (3) przymocowane od strony obudowy (8) do pierwszego panelu (2), od strony sworznia (9) do drugiego panelu (2), przy czym ruchomy sworzeń (9) umieszczony jest wzdłużnie wewnątrz obudowy (8).
2. Bariera według zastrz. 1, **znamienna tym**, że elementy wykonawcze (3) zasilane są z zewnętrznego źródła zasilania.
3. Bariera według zastrz. 1, **znamienna tym**, że element wykonawczy (3) stanowi aktuator elektrodynamiczny.
4. Bariera według zastrz. 1, **znamienna tym**, że element wykonawczy (3) stanowi stos aktuatorów piezoelektrycznych.
5. Bariera według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wyposażona jest w czujnik referencyjny (6) umieszczony na lub przy źródle hałasu (1).
6. Bariera według zastrz. 5, **znamienna tym**, że czujnik referencyjny (6) stanowi czujnik drgań.
7. Bariera według zastrz. 5, **znamienna tym**, że czujnik referencyjny (6) stanowi mikrofon.
8. Bariera według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wyposażona jest w czujnik błędu (7) umieszczony na lub przy barierze.
9. Bariera według zastrz. 8, **znamienna tym**, że czujnik błędu (7) stanowi mikrofon umieszczony w polu akustycznym po dowolnej stronie bariery lub w przestrzeni międzypanelowej.
10. Bariera według zastrz. 8, **znamienna tym**, że czujnik błędu (7) stanowi czujnik drgań.

## Rysunki

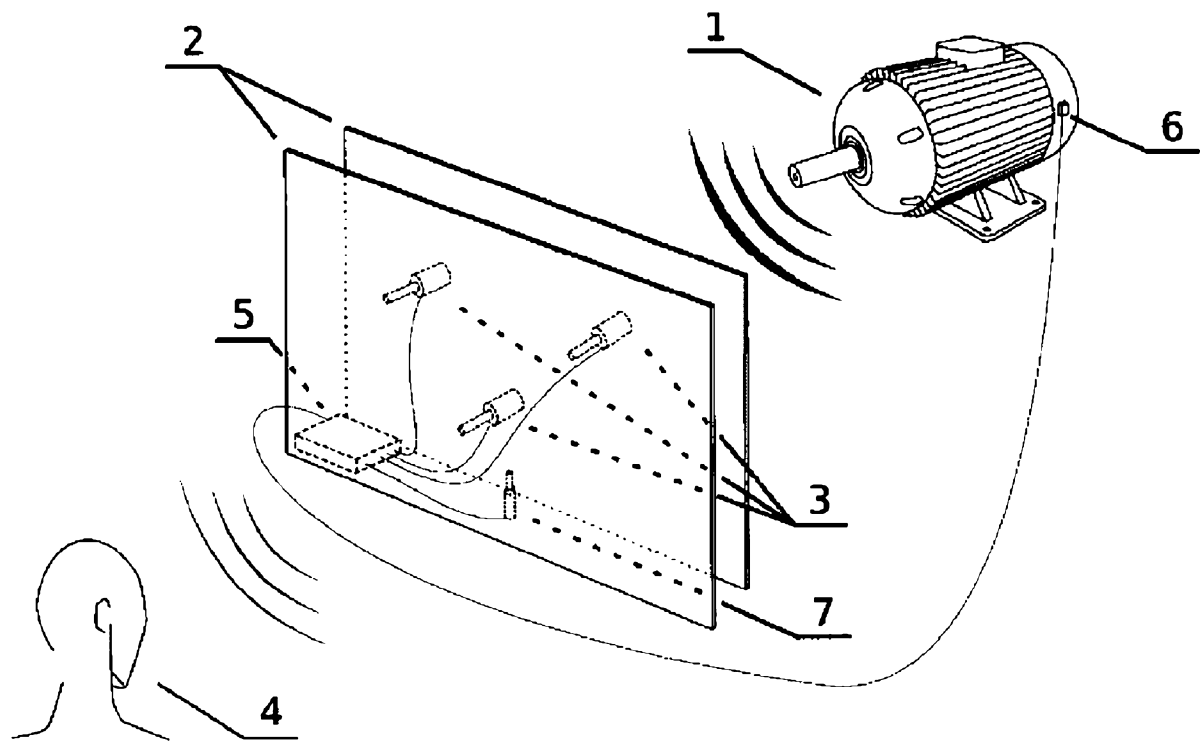


Fig. 1

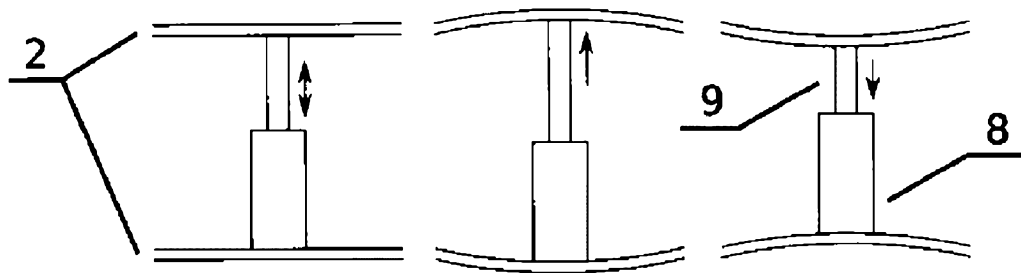


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4