

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237210**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425991**

(22) Data zgłoszenia: **19.06.2018**

(51) Int.Cl.

E04B 1/99 (2006.01)

G10K 11/16 (2006.01)

E04B 1/84 (2006.01)

G10K 11/20 (2006.01)

(54)

Ustrój akustyczny o regulowanych parametrach

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

02.01.2020 BUP 01/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

22.03.2021 WUP 06/21

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**KAROLINA PRAWDA, Przegonia, PL
JAROSŁAW RUBACHA, Kraków, PL
ADAM PILCH, Kraków, PL
TADEUSZ KAMISIŃSKI, Zabierzów, PL
ARTUR FLACH, Kraków, PL**

PL 237210 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest ustrój akustyczny o regulowanych parametrach, stosowany w celu akustycznej adaptacji wnętrza poprzez strefową zmianę odbicia, rozproszenia i pochłaniania fal dźwiękowych.

W projektowaniu sal o akustyce kwalifikowanej uwzględnia się możliwość spełniania przez dane pomieszczenie więcej niż jednej funkcji. Niejednokrotnie zalecane wartości parametrów akustycznych dla tych funkcji znacznie się od siebie różnią. Powszechnym rozwiązaniem tego problemu jest wykonanie adaptacji akustycznej dopasowanej do najczęściej wykorzystywanej funkcji pomieszczenia, co zazwyczaj skutkuje złymi warunkami akustycznymi podczas korzystania z sali zgodnie z inną funkcją. Można również spotkać adaptacje akustyczne wykorzystujące ustroje, które mogą sterować tylko jednym ze zjawisk jakim ulega fala dźwiękowa: odbiciem albo rozproszeniem lub pochłanianiem dźwięku, przykładowo w postaci opuszczanych lub przesuwanych banerów, rolet lub kurtyn.

Znane jest z opisu patentowego US6431312 B1 rozwiązanie ustroju o regulowanych parametrach akustycznych. Ustrój według tego wynalazku zawiera wiele paneli akustycznych o kształcie graniastosłupa prostego i podstawie trójkąta równobocznego. Każda z trzech ścian bocznych panelu zawiera powierzchnię, która charakteryzuje się innymi właściwościami: odbija lub pochłania albo rozprasza dźwięk. Zmiana właściwości ustroju następuje poprzez obrót paneli akustycznych wokół ich osi obrotu, znajdujących się w środku ciężkości trójkąta równobocznego. Panele akustyczne łożyskowane są osiami obrotu w ramie, w stałym rozstawieniu prostoliniowym, według podziałki równej długości boku trójkąta równobocznego. Panele napędzane są mechanizmem obrotu przez krokowy silnik elektryczny sterowany z oprogramowanego urządzenia cyfrowego. Osie obrotu paneli akustycznych sprzężone są mechanicznie ze sobą w identycznym ukierunkowaniu powierzchni jednoimiennych akustycznie, o takich samych właściwościach. Przy obrocie o kąt 60° powierzchnie jednoimienne tworzą wspólną płaszczyznę odbicia lub pochłaniania albo rozpraszania fal dźwiękowych, natomiast przy innych kątach oddziaływania te są odpowiednio dzielone i ukierunkowane.

W innym rozwiązaniu ustrój o regulowanych parametrach akustycznych przedstawiony w opisie patentowym KR20150094878 A ma prostokątną ramę, w której na przeciwległych ścianach bocznych obrotowo łożyskowane są panele akustyczne. Panele mają budowę warstwową, powierzchnia czołowa wykonana jest z twardej, cienkiej płyty perforowanej otworami, z tyłu panele wypełnione są porowatym materiałem dźwiękochłonnym. Wartość współczynnika pochłaniania zależy od kształtu i rozmiaru perforacji powierzchni czołowej, kąta pochylecia oraz rodzaju materiału dźwiękochłonnego warstwy tylnej. W rozwiązaniu tym zmianę pochłaniania dźwięku powoduje mechanizm wielonożycowy, zmieniający rozstaw między osiami obrotu paneli z jednoczesną zmianą powierzchni aktywnej ustroju i kąta pochylecia paneli. Przeguby środkowe ramion nożycowych obejmują osie obrotu paneli ujęte w prowadnicy pionowej, a pochylecie paneli odpowiada pochyleciu ramion układu nożycowego. Odpowiednio do wysokości uniesienia lameli otwarta zostaje powierzchnia tylnej ścianki za ramą, która stanowi powierzchnię odbicia.

Celem wynalazku jest opracowanie ustroju akustycznego, który umożliwia regulowanie zarówno odbicia, rozproszenia, jak i pochłaniania dźwięku, w szczególności wyboru spośród kilku wartości współczynnika pochłaniania dźwięku, oraz poszerzenie możliwości sterowania parametrami akustycznymi pomieszczeń, zwłaszcza czasem pogłosu.

Ustrój akustyczny według wynalazku zawiera wiele cech wspólnych ze znanymi rozwiązaniami: ma prostokątną ramę z łożyskowanymi obrotowo w przeciwległych ścianach bocznych osiami paneli akustycznych, powierzchnie czołowe paneli mają różne właściwości akustyczne, osie obrotu paneli przy stałym rozstawie sprzężone są mechanizmem obrotu w regulacji ustawienia wymaganego kąta pochylecia paneli.

Istota rozwiązania wynalazku polega na tym, że panele akustyczne wykonane są z twardego, sztywnego materiału o gęstości większej od 600 kg/m^3 , oraz że ich jedna powierzchnia czołowa ukształtowana jest studzienkami w powierzchnię rozpraszającą a przeciwległa, druga powierzchnia czołowa jest płaska i gładka – stanowiąc powierzchnię odbijającą fale dźwiękowe. Do ściany tylnej ramy zamocowana jest warstwa materiału pochłaniającego fale dźwiękowe.

Korzystnym jest wykonanie w którym rozstawienie osi paneli akustycznych ma wymiar nie mniejszy od średnicy trajektorii najdalej oddalonego od osi punktu przekroju poprzecznym panelu akustycznego, a ponad to czołowa powierzchnia materiału pochłaniającego jest oddalona od osi na wymiar większy od połowy podziałki.

Również celowym jest, gdy osie obrotu paneli akustycznych leżą w środkach ich szerokości.

Optymalnym jest zastosowanie w mechanizmie regulacji przekładni ślimakowej, której ślimak napędzany jest silnikiem krokowym sterowanym z oprogramowanego układu cyfrowego. Ślimak sprzężony jest z osadzonymi na osiach ślimacznicami i zapewnia ich obrót o kąt pochylenia paneli co najmniej od 0 do 180°, a korzystnie o 360°.

Dzięki zastosowaniu obrotowych paneli akustycznych uzyskana zostaje możliwość zmiany właściwości akustycznych ustroju w zakresie rozpraszania, odbijania i pochłaniania dźwięku, głównie pogłosu oraz kontroli nad amplitudą wczesnych odbić dźwięku. Rozwiązanie pozwala na dostosowanie parametrów akustycznych pomieszczenia do różnych funkcji, które mogą się znacząco różnić od siebie w kontekście wymagań akustycznych, również z wyborem usytuowania ustroju w układzie żaluzji pionowej lub poziomej. Przy obrocie i zmianie kąta pochylenia paneli ulega zmianie wielkość szczeliny między krawędziami sąsiadujących paneli a tym samym ilości dźwięku trafiającego bezpośrednio w odsłonięty materiał pochłaniający. Sterowanie współczynnikiem pochłaniania dźwięku oraz kierunkiem odbicia i rozpraszania umożliwia precyzyjne dostosowanie do potrzeb modyfikacji. Dodatkowo, występuje oczywista możliwość kształtowania charakterystyki pochłaniania dźwięku za pomocą rodzaju i grubości materiału dźwiękochłonnego, mocowanego na tylnej ścianie ramy.

Rozwiązanie ustroju akustycznego według wynalazku przybliżone jest opisem przykładowego wykonania pokazanego na rysunku. Figura 1 przedstawia perspektywiczny widok ustroju w ujęciu schematycznym od góry, Fig. 2 – przekrój poziomy ustroju przy usytuowaniu paneli w położeniu rozpraszania przy kącie pochylenia paneli 0°, Fig. 3 – przekrój poprzeczny przez panel akustyczny, na kolejnych figurach 4 do 7 przekroje poziome przez dwa sąsiednie panele przy pochyleniu względem położenia z Fig. 2 kolejno o kąt 90°, 135°, 180° i 225° przeciwnie do kierunku ruchu wskazówek zegara, natomiast na fig. 8 pokazany jest schemat kinematyczny mechanizmu regulacji w poziomym przekroju przez mechanizm regulacji.

Ustrój akustyczny według wynalazku zawiera prostokątną ramę 1 w której przeciwległych ścianach bocznych 1a łożyskowane są osiami 3 panele akustyczne 2 wykonane z twardego, sztywnego materiału o gęstości większej od 600 kg/m³, przykładowo z płyty z włókien drzewnych MDF, z powierzchnią po obróbce utwardzoną lakierem. Obie powierzchnie czołowe paneli akustycznych 2 mają różne właściwości akustyczne. Jedna powierzchnia czołowa ukształtowana jest studzienkami w powierzchnię rozpraszającą Pr, a druga jest płaska i gładka, stanowi powierzchnię odbijającą Po fale dźwiękowe. Rozstawienie t osi 3 paneli akustycznych 2 ma wymiar nie mniejszy od średnicy trajektorii d najdalej oddalonego od osi 3 punktu A na przekroju poprzecznym panelu akustycznego 2 a czołowa powierzchnia materiału pochłaniającego 4 jest oddalona od osi 3 na wymiar większy od połowy podziałki t. Do ściany tylnej 1b ramy 1 zamocowana jest warstwa materiału pochłaniającego 4 fale dźwiękowe.

Osie 3 obrotu paneli akustycznych 2 połączone są z mechanizmem regulacji M, który w tym przykładowym wykonaniu zawiera ślimak 5 napędzany silnikiem krokowym 7 sterowanym z oprogramowanego układu cyfrowego. Ślimak 5 zazębiony jest z osadzonymi na osiach 3 ślimacznicami 6. Mechanizm M zapewnia identyczny obrót wszystkich paneli akustycznych 2 o dowolnie wybrany kąt pochylenia α , co najmniej w zakresie od 0° do 180°, a korzystnie do 360°. Jest oczywistym, że mechanizm regulacji M może mieć inne wykonanie, przykładowo wielokorbowego czworoboku przegubowego.

W korzystnym wykonaniu, minimalizującym wymiar głębokości ustroju akustycznego osie 3 obrotu paneli akustycznych 2 usytuowane są w środkach ich szerokości b.

Na figurach 4 do 8 oznaczono zmieniający się z kątem pochylenia α wymiar szczeliny s, s1, s2 bezpośredniej ekspozycji materiału pochłaniającego 4 fale dźwiękowe, dodatkowo na Fig. 5 i 7 zróżnicowanie kierunków fal odbitych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Ustrój akustyczny o regulowanych parametrach, zawierający prostokątną ramę (1) w której przeciwległych ścianach bocznych (1a) są obrotowo łożyskowane na osiach (3) panele akustyczne (2), mające powierzchnie czołowe o różnych właściwościach akustycznych, oraz które sprzężone są przez mechanizm regulacji (M) ustawienia wymaganego kąta pochylenia (α) paneli (2), **znamienny tym**, że panele akustyczne (2) wykonane są z twardego, sztywnego materiału o gęstości większej od 600 kg/m³, oraz że ich jedna powierzchnia czołowa ukształ-

towana jest studzienkami w powierzchnię rozpraszającą (Pr) a przeciwległa, druga powierzchnia czołowa jest płaska i gładka stanowiąc powierzchnię odbijającą (Po) fale dźwiękowe, ponad to do ściany tylnej (1b) ramy (1) zamocowana jest warstwa materiału pochłaniającego (4) fale dźwiękowe.

2. Ustrój według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rozstawienie (t) osi (3) paneli akustycznych (2) ma wymiar nie mniejszy od średnicy trajektorii (d) najdalej oddalonego od osi (3) punktu (A) przekroju poprzecznym panelu akustycznego (2), a czołowa powierzchnia materiału pochłaniającego (4) jest oddalona od osi (3) na wymiar większy od połowy podziałki (t).
3. Ustrój według zastrz. 1, **znamienny tym**, że osie (3) obrotu paneli akustycznych (2) leżą w środkach ich szerokości (b).
4. Ustrój według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mechanizm regulacji (M) zawiera przekładnię ślimakową, której ślimak (5) napędzany silnikiem krokowym (7) sterowanym z oprogramowanego układu cyfrowego sprzężony jest z osadzonymi na osiach (3) ślimacznikami (6) i zapewnia ich obrót o kąt pochylenia (α) co najmniej od 0 do 180°, a korzystnie o 360.

Rysunki

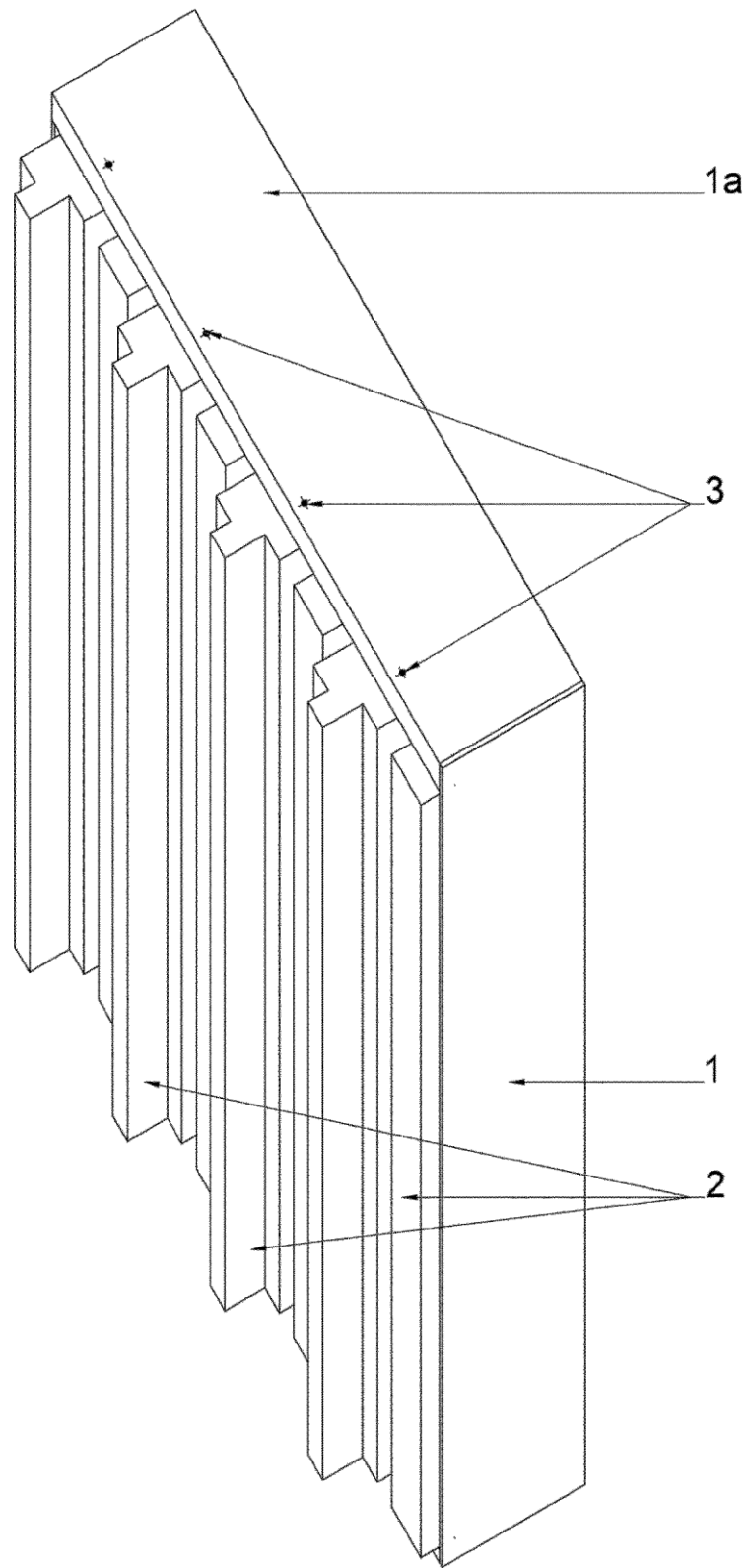


Fig.1

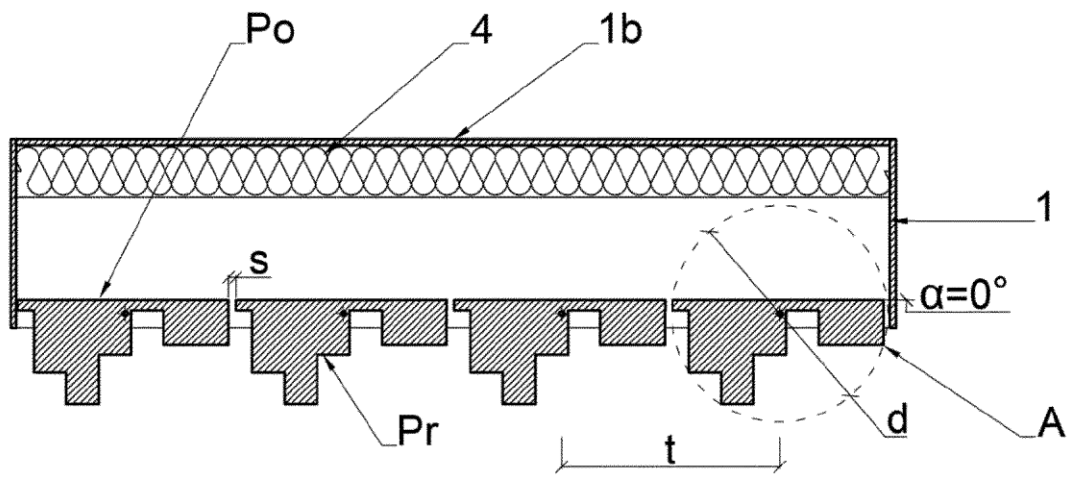


Fig. 2

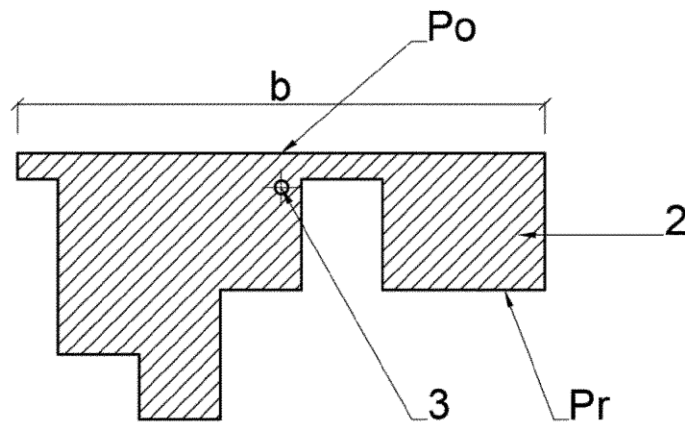


Fig. 3

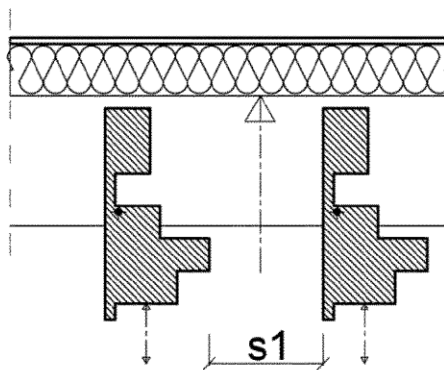


Fig. 4

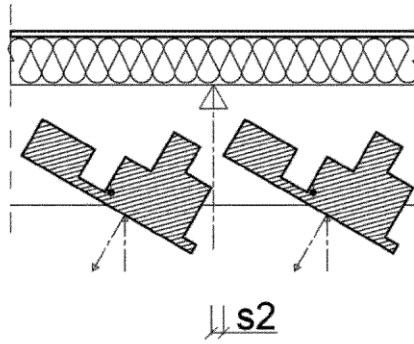


Fig. 5

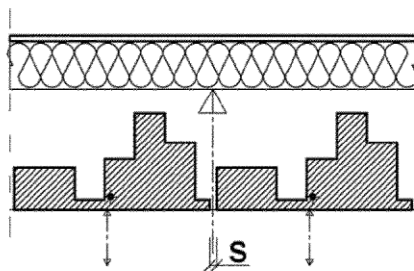


Fig. 6

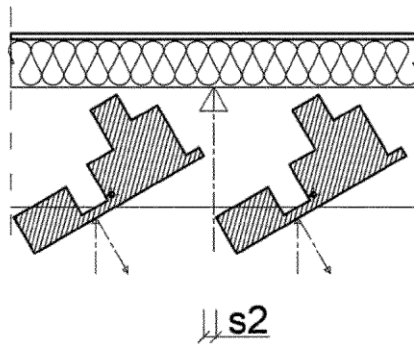


Fig. 7

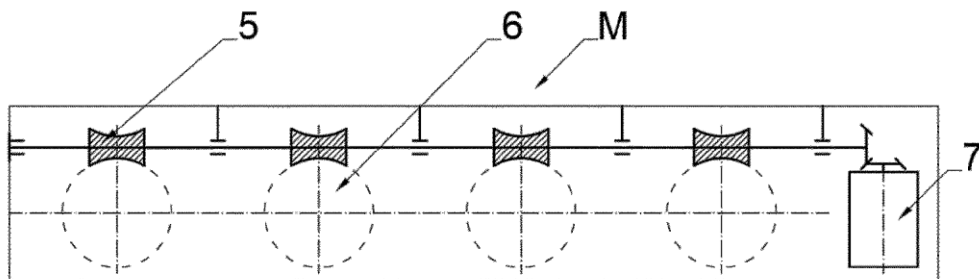


Fig. 8