

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **218778**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **389634**

(51) Int.Cl.
G01N 29/24 (2006.01)
G01N 29/07 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **20.11.2009**

(54)

Ultradźwiękowa głowica mozaikowa na fale poprzeczne

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

23.05.2011 BUP 11/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.01.2015 WUP 01/15

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

JACEK SZELAŹEK, Warszawa, PL

PL 218778 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest normalna ultradźwiękowa głowica mozaikowa na fale poprzeczne o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji fal. W szczególności do badania dwójłomności akustycznej zależnej od różnicy prędkości dwóch fal poprzecznych o kierunkach polaryzacji równoległych do powierzchni materiału, zwanych dalej falami SH, o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji. Z wartości dwójłomności akustycznej można wnioskować o anizotropii akustycznej badanego materiału lub o panujących w nim naprężeniach.

Fale SH o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji są wzbudzone i odbierane głowicami ultradźwiękowymi wyposażonymi w przetworniki piezoelektryczne lub elektromagneto-akustyczne zwane dalej przetwornikami EMAT. Z publikacji R. E. Schramm, J. Szelażek, A. V. Clark, „Naprężenia własne w indukcyjnie nagrzewanych kołach kolejowych: pomiary ultradźwiękowe i niszczące”, wydanej w 1995 roku jako Raport No. 28, Narodowego Instytutu Standardów i Techniki w Boulder, USA znana jest normalna głowica ultradźwiękowa z przetwornikiem EMAT na fale poprzeczne wyposażona w jedną nadawczo-odbiorczą cewkę. W opisanym rozwiązaniu zmiana kierunku polaryzacji fal dokonywana jest przez ręczny obrót głowicy.

Z patentu USA Nr 6311558 znana jest podobna głowica, w której obrót cewki został zmechanizowany.

Z opisu patentu USA Nr 6523411 znana jest normalna głowica z przetwornikiem EMAT do pomiaru dwójłomności akustycznej wyposażona w dwie, prostopadłe względem siebie cewki nadawczo-odbiorcze pozwalające na wzbudzenie i odbiór dwóch fal poprzecznych typu SH o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji bez potrzeby obracania głowicy.

Z polskiego opisu patentowego Nr 167 941 znana jest głowica z przetwornikami EMAT wyposażona w trzy cewki ułożone obok siebie w jednej płaszczyźnie, z których jedna nadaje fale poprzeczne typu SH a dwie pozostałe działają jako cewki odbiorcze, przy czym kierunki polaryzacji cewek odbiorczych są wzajemnie prostopadłe a kierunek polaryzacji fali nadawanej tworzy z nimi kąty 45°.

Z publikacji J. Szelażek „Postępy w ultradźwiękowych badaniach materiałów”, wydanej w serii Prace IPPT PAN, Nr 4, 2001 rok, znane są ultradźwiękowe głowice normalne na fale poprzeczne, wyposażone w sześć przetworników piezoelektrycznych o różnych wielkościach i kierunkach polaryzacji ułożonych obok siebie w jednej płaszczyźnie, pozwalające na nadawanie i odbiór fal poprzecznych typu SH o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji.

Z licznych zastosowań medycznych i z dziedziny badań nieniszczących znane są również normalne ultradźwiękowe głowice mozaikowe wyposażone w wiele małych, indywidualnie pobudzanych, nadawczo-odbiorczych przetworników piezoelektrycznych ułożonych w linii lub na płaszczyźnie. Na przykład z amerykańskich opisów patentowych Nr 4149420 i Nr 3911730 znane są głowice mozaikowe posiadające wiele przetworników piezoelektrycznych ułożonych na jednej powierzchni, przy czym każdy z przetworników wykonuje drgania grubościowe i generuje falę podłużną.

Z pracy Thomas, L., „Rozróżnianie ech fal podłużnych i poprzecznych na podstawie czasów przejścia w głowicy wieloprzetwornikowej”, opublikowanej w Materiałach Ultradźwiękowego Sympozjum IEEE, 8-10 grudnia 1991, Vol. 2, str. 881 - 884, znana jest mozaikowa głowica kątowna, wyposażona w klin załamujący, mogąca generować w badanym materiale wiązki fal poprzecznych spolaryzowanych w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni materiału, zwanych falami typu SV, pod różnymi kątami względem tej powierzchni.

Znane głowice mozaikowe, wyposażone w wiele małych przetworników piezoelektrycznych, które wspólnie generują i odbierają fale ultradźwiękowe i dzięki temu mierzony czas przejścia zależny jest od uśrednionej powierzchni całej mozaiki nierówności powierzchni, są wyposażone w przetworniki na drgania grubościowe i nie generują fal poprzecznych typu SH rozchodzących się normalnie do powierzchni badanego elementu, warstwy sprzęgającej.

W przypadku głowic z przetwornikami typu EMAT zmiany mierzonych czasów przejścia wynikają z niepowtarzalności warunków generacji i detekcji impulsów fal związanych z wahaniami natężenia pola magnetycznego zależnego od grubości szczeliny między cewką a powierzchnią badanego elementu, która to szczelina zależna jest od nierówności powierzchni elementu.

Znane głowice mozaikowe, wyposażone w wiele małych przetworników piezoelektrycznych, które wspólnie generują i odbierają fale ultradźwiękowe i dzięki temu mierzony czas przejścia zależny jest od uśrednionej po powierzchni całej mozaiki nierówności powierzchni, są wyposażone w przetworniki

na drgania grubościowe i nie generują fal poprzecznych typu SH rozchodzących się normalnie do powierzchni badanego elementu.

Znane i opisane wyżej głowice, wyposażone zarówno w przetworniki piezoelektryczne jak i EMAT, wyposażone w jeden lub kilka przetworników piezoelektrycznych lub cewek, nie pozwala na dokładne pomiary czasu przejścia fal poprzecznych typu SH o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji, w warunkach przemysłowych, w obiektach o chropowatych powierzchniach. Wadą znanych głowic pozwalających na wyznaczenie dwójłomności akustycznej bez potrzeby obracania głowicy, jest to, że położone obok siebie przetworniki wzbudzają fale poprzeczne w różnych obszarach badanego materiału. Dodatkową wadą tych głowic jest to, że grubość warstwy sprzęgającej jest różna dla każdego z kierunków polaryzacji fal, co powoduje, że czasy przejścia fal mierzone z wykorzystaniem takich głowic metodą echa lub przepuszczania zależą również od nieznanymi i przypadkowych grubości warstwy sprzęgającej. W przypadku głowic, w których do zmiany kierunku polaryzacji fal konieczny jest obrót głowicy, w czasie obrotu dochodzi do niezamierzonej zmiany warunków sprzężenia akustycznego. W przypadku głowic z przetwornikami piezoelektrycznymi zmiana ta wynika z różnic grubości warstwy sprzęgającej wypełniającej szczelinę między czołem głowicy a powierzchnią badanego przedmiotu i zależnej od nierówności tej powierzchni. W przypadku głowic z przetwornikami typu EMAT zmiany mierzonych czasów przejścia wynikają z niepowtarzalności warunków generacji i detekcji impulsów fal związanych z wahaniami natężenia pola magnetycznego zależnego od grubości szczeliny między cewką a powierzchnią badanego elementu, która to szczelina zależna jest od nierówności powierzchni elementu.

Celem wynalazku jest opracowanie normalnej głowicy ultradźwiękowej na fale poprzeczne typu SH o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji, do pomiarów czasu przejścia tych fal, które to czasy przejścia będą słabo zależne od nierówności powierzchni badanego materiału. Może ona znaleźć zastosowanie w ultradźwiękowych badaniach anizotropii, tekstury oraz w badaniach naprężeń.

Istotą wynalazku jest mozaikowa głowica ultradźwiękowa wyposażona w przetworniki na drgania ścinania o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji i ułożonych w szachownicę.

Zestaw głowic według wynalazku składa się z płaskiej matrycy przetworników ultradźwiękowych na drgania ścinania, z których każdy generuje w materiale wiązkę fal poprzecznych typu SH rozchodzącą się normalnie do powierzchni badanego materiału. Przetworniki matrycy ułożone są w wierszach i kolumnach. Co drugi przetwornik w każdym wierszu i każdej kolumnie matrycy różni się kierunkiem polaryzacji o 90° i przetworniki o różnych kierunkach polaryzacji ułożone są w szachownicę. Głowica jest sprzęgnięta akustycznie z powierzchnią badanego elementu za pośrednictwem cieczy o wysokiej lepkości. Do pomiaru czasu przejścia fal o kierunku polaryzacji równoległym do kierunku wierszy mozaiki pobudzone są przetworniki o kierunku polaryzacji równoległym do kierunku wierszy. Do pomiaru czasu przejścia fali spolaryzowanej równoległe do kolumn - przetworniki o kierunku polaryzacji równoległych do kierunku kolumn.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest pomiar czasu przejścia dwóch fal poprzecznych o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji, rozchodzących się w tej samej objętości badanego materiału a rozłożenie przetworników o różnych kierunkach polaryzacji po całej powierzchni matrycy uśrednia grubości warstwy sprzęgającej pomiędzy przetwornikami a powierzchnią materiału i tym samym czyni wynik pomiaru mniej zależnym od lokalnych wahań grubości warstwy sprzęgającej, zależnej od chropowatości powierzchni materiału.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono w przykładzie wykonania na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia głowicę w przekroju poprzecznym, a fig. 2 - mozaikę przetworników w widoku z góry.

Głowica składa się z obudowy 1, w której umieszczone są przetworniki piezoelektryczne 2 tworzące mozaikę. Dolne powierzchnie wszystkich przetworników mozaiki połączone są wspólną elektrodą 3, z którą połączony jest przewód 4 prowadzący do gniazda 5 osadzonego w obudowie 1. Górne powierzchnie wszystkich przetworników mozaiki pokryte są elektrodami 6. Mozaika przetworników 2 wraz z dolną elektrodą 3 osadzona jest na warstwie ochronnej 7. Przetworniki tworzące mozaikę uwidocznioną w widoku z góry na fig. 2 ułożone są w wierszach i kolumnach. Co drugi przetwornik w każdym wierszu i co drugi w każdej kolumnie jest spolaryzowany w kierunku x a co drugi w kierunku y tworząc szachownicę. Górne elektrody 6 wszystkich przetworników mozaiki spolaryzowanych w kierunku x połączone są ze sobą przewodami 8 i przewodem 9 z gniazdem 5. Górne elektrody przetworników spolaryzowanych w kierunku y połączone są ze sobą przewodami 10 i przewodem 11

z gniazdem 5, które połączone jest przewodem 12 ze znanym aparatem ultradźwiękowym 13. Głowica jest sprzęgnięta akustycznie z powierzchnią badanego elementu 14 za pomocą warstwy cieczy sprzęgającej 15 o wysokiej lepkości i generuje w materiale wiązkę fal poprzecznych prostopadle do powierzchni materiału 14, o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji. Możliwe jest też inne połączenie przetworników mozaiki z aparatem ultradźwiękowym takie, że z górnej elektrody 6 każdego z przetworników mozaiki wyprowadzony jest przewód idący bezpośrednio do gniazda 5 i dalej do aparatu ultradźwiękowego 13.

Zestaw głowic według wynalazku składa się z płaskiej matrycy przetworników ultradźwiękowych na drgania ścinania, z których każdy generuje w materiale wiązkę fal poprzecznych typu SH rozchodzącą się normalnie do powierzchni badanego materiału. Przetworniki matrycy ułożone są w wierszach i kolumnach. Co drugi przetwornik w każdym wierszu i każdej kolumnie matrycy różni się kierunkiem polaryzacji o 90° i przetworniki o różnych warunkach polaryzacji ułożone są w szachownicę. Głowica jest sprzęgnięta akustycznie z powierzchnią badanego elementu za pośrednictwem cieczy o wysokiej lepkości. Do pomiaru czasu przejścia fal o kierunku polaryzacji równoległym do kierunku wierszy mozaiki pobudzane są przetworniki o kierunku polaryzacji równoległym do kierunku wierszy. Do pomiaru czasu przejścia fali polaryzowanej równoległe do kolumn - przetworniki o kierunku polaryzacji równoległych do kierunku kolumn.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest pomiar czasu przejścia dwóch fal poprzecznych o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji, rozchodzących się w tej samej objętości badanego materiału a rozłożenie przetworników o różnych kierunkach polaryzacji po całej powierzchni matrycy uśrednia grubości warstwy sprzęgającej pomiędzy przetwornikami a powierzchnią materiału i tym samym czyni wynik pomiaru mniej zależnym od lokalnych wahań grubości warstwy sprzęgającej, zależnej od chropowatości powierzchni materiału.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój głowicy, a fig. 2 - mozaikę przetworników w widoku z góry.

Głowica składa się z obudowy 1, w której umieszczona jest mozaika przetworników piezoelektrycznych 2. Dolne powierzchnie wszystkich przetworników matrycy połączone są wspólną elektrodą 3, z którą połączony jest przewód 4 prowadzący do gniazda 5 osadzonego w obudowie 1. Górne powierzchnie wszystkich przetworników mozaiki pokryte są elektrodami 6. Mozaika przetworników 2 wraz z dolną elektrodą 3 osadzona jest na warstwie ochronnej 7. Kwadratowe przetworniki tworzące mozaikę uwidoczną w widoku z góry na fig. 2 ułożone są w wierszach i kolumnach. Co drugi przetwornik w każdym wierszu i co drugi w każdej kolumnie jest spolaryzowany w kierunku x a co drugi w kierunku y. Górne elektrody 6 wszystkich przetworników mozaiki spolaryzowanych w kierunku x połączone są ze sobą przewodami 8 i przewodem 9 z gniazdem 5. Górne elektrody przetworników spolaryzowanych w kierunku y połączone są ze sobą przewodami 10 i przewodem 1 z gniazdem 5, które połączone jest przewodem 12 ze znanym aparatem ultradźwiękowym 13. Głowica jest sprzęgnięta akustycznie z powierzchnią badanego elementu 11 za pomocą warstwy cieczy sprzęgającej 15 o wysokiej lepkości i generuje w materiale wiązkę fal poprzecznych prostopadle do powierzchni materiału 14, o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji. Możliwe jest też inne połączenie przetworników mozaiki z aparatem ultradźwiękowym takie, że z górnej elektrody 6 każdego z przetworników mozaiki wyprowadzony jest przewód idący bezpośrednio do gniazda 5 i dalej do aparatu ultradźwiękowego 13.

Zastrzeżenie patentowe

Ultradźwiękowa głowica mozaikowa na fale poprzeczne, wyposażona w mozaikę przetworników piezoelektrycznych, **znamienna tym**, że przetworniki mozaiki (3) są przetwornikami na drgania ścinania a co drugi przetwornik w każdej kolumnie i każdym rzędzie mozaiki (3) posiada wzajemnie prostopadły kierunek polaryzacji.

Rysunki

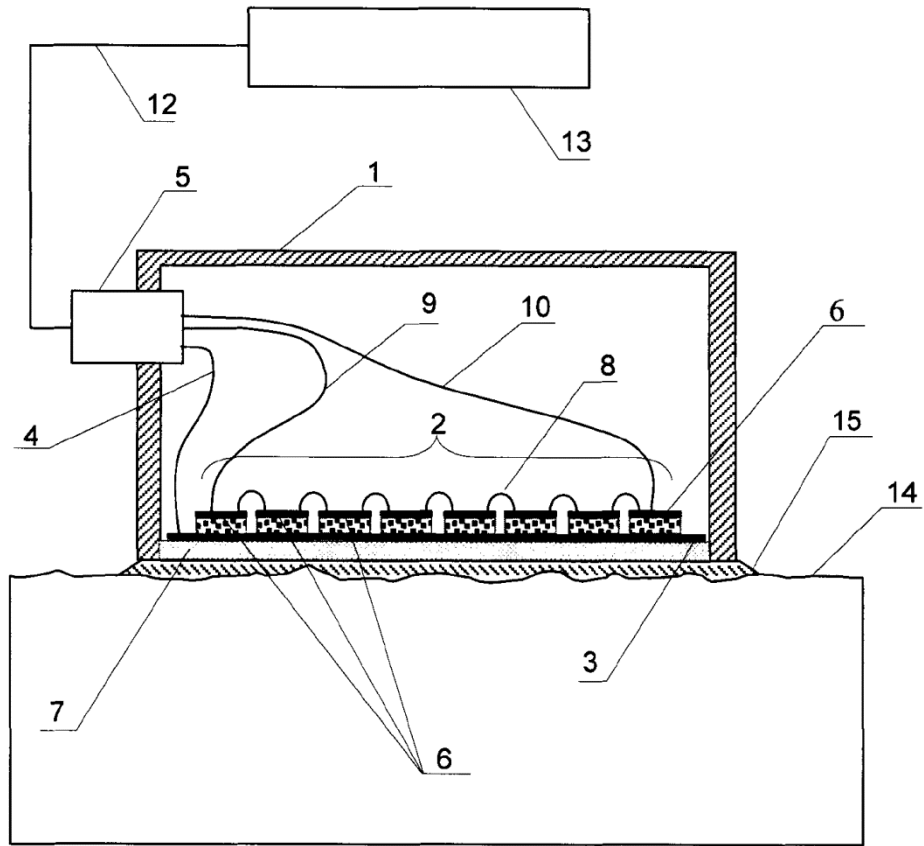


Fig. 1

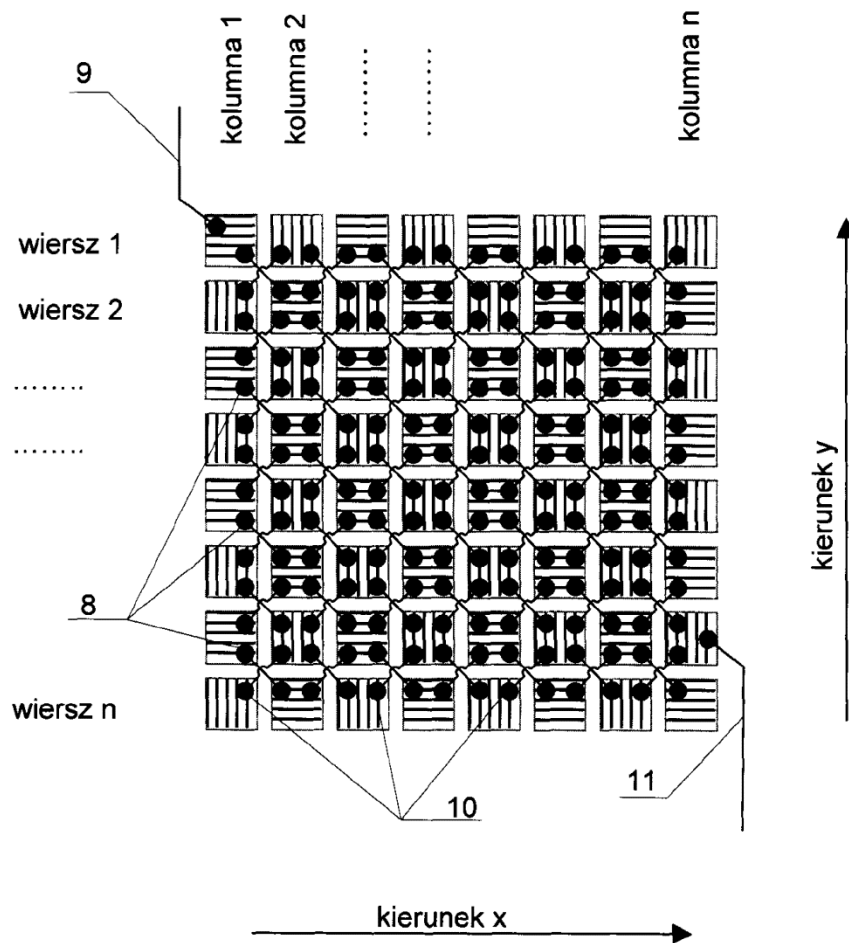


Fig. 2