



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

⑰ Numer zgłoszenia: 292039

⑸ IntCl⁶:
G01H 1/04

⑳ Data zgłoszenia: 15.10.1991

BZPRACIA
060692

⑤ Sposób i głowica do pomiaru prędkości impulsów fal poprzecznych w ultradźwiękowych badaniach własności materiałów

④ Zgłoszenie ogłoszono:
19.04.1993 BUP 08/93

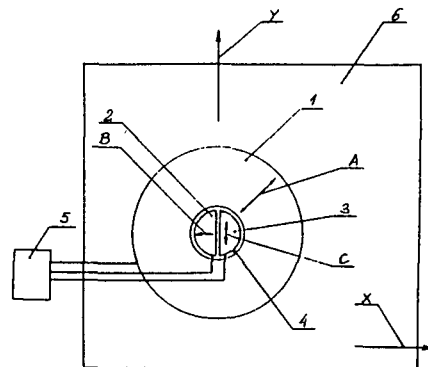
⑤ O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.12.1995 WUP 12/95

⑦ Uprawniony z patentu:
Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych Problemów Techniki, Warszawa, PL

⑧ Twórca wynalazku:
Jacek Szelażek, Warszawa, PL

⑨ Pełnomocnik:
Rutkowski Wiesław, Dom Handlowych Nauki Spółka z o.o. PAN, Biuro Rzeczników Patentowych

⑦ 2. Głowica do pomiaru czasów przejścia impulsów fal poprzecznych w ultradźwiękowych badaniach własności materiału, zawierająca przetwornik nadawczy generujący w badanym materiale wiązkę fal poprzecznych oraz przetworniki odbiorcze tych fal, **znamienna tym**, że ma tak usytuowany przetwornik nadawczy (1) aby generował w badanym materiale (6) wiązkę fal poprzecznych o kierunku polaryzacji tworzącym kąt w przybliżeniu równy 45° z kierunkami osi akustycznych materiału (X, Y) natomiast przetworniki odbiorcze (2, 3) ma usytuowane tak, że kierunki ich polaryzacji są wzajemnie prostopadłe i zgodne z kierunkami polaryzacji (B, C) dwóch składowych wiązek fal i zgodne z kierunkami osi akustycznych (X, Y) badanego materiału.



SPÓSÓB I GŁOWICA DO POMIARU PRĘDKOŚCI IMPULSÓW
FAL POPRZECZNYCH W ULTRADŹWIĘKOWYCH BADANIACH
WŁASNOŚCI MATERIAŁÓW

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób pomiaru prędkości impulsów fal poprzecznych w ultradźwiękowych badaniach własności materiału za pomocą sprzęgniętej z nim akustycznie głowicy ultradźwiękowej, z n a m i e n n y t y m, że dokonuje się pomiarów czasu przejścia dwóch składowych wiązki fal poprzecznych wytworzonej w badanym materiale, przy czym kierunek polaryzacji wiązki wytworzonej tworzy kąt w przybliżeniu równy 45° z kierunkami osi akustycznych materiału, natomiast składowe stanowią dwie fale o kierunkach drgań zgodnych z kierunkami osi akustycznych anizotropowego materiału, które to składowe stanowią wynik rozłożenia wiązki fal poprzecznych wytworzonej w materiale anizotropowym.

2. Głowica do pomiaru czasów przejścia impulsów fal poprzecznych w ultradźwiękowych badaniach własności materiału, zawierająca przetwornik nadawczy generujący w badanym materiale wiązkę fal poprzecznych oraz przetworniki odbiorcze tych fal, z n a m i e n n a t y m, że ma tak usytuowany przetwornik nadawczy /1/ aby generował w badanym materiale /6/ wiązkę fal poprzecznych o kierunku polaryzacji tworzącym kąt w przybliżeniu równy 45° z kierunkami osi akustycznych materiału /X, Y/ natomiast przetworniki odbiorcze /2, 3/ ma usytuowane tak, że kierunki ich polaryzacji są wzajemnie prostopadłe i zgodne z kierunkami polaryzacji /B, C/ dwóch składowych wiązki fal i zgodne z kierunkami osi akustycznych /X, Y/ badanego materiału.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób i głowica do pomiaru prędkości impulsów fal poprzecznych w ultradźwiękowych badaniach materiałów.

Zjawisko zależności prędkości propagacji fal poprzecznych od kierunku ich polaryzacji względem osi akustycznych materiału anizotropowego wykorzystywane jest w ultradźwiękowych badaniach mechanicznych własności materiałów i pomiarach naprężeń. Badania takie polegają na pomiarze różnicy prędkości propagacji fal poprzecznych o kierunkach polaryzacji wzajemnie prostopadłych i zgodnych z kierunkami głównych osi akustycznych badanego materiału. Sposób jest stosowany w nieniszczących, ultradźwiękowych pomiarach naprężeń we wieńcach monoblokowych kół kolejowych, poddanych jednoosiłowemu stanowi naprężeń własnych. Sposób znajduje również zastosowanie w badaniu blach, poddanych płaskiemu stanowi naprężenia, w którym kierunek jednego z naprężeń głównych jest zgodny z kierunkiem walcowania. W tym przypadku różnica prędkości fal o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji jest miernikiem jednocześnie anizotropii teksturalnej oraz różnicy naprężeń głównych. Ze względu na małe zmiany prędkości propagacji fali poprzecznej, spowodowane naprężeniami w ultradźwiękowych pomiarach naprężeń pomiary prędkości propagacji fal prowadzone muszą być z wysoką, nanosekundową dokładnością a wszelkie czynniki wpływające na mierzony czas przejścia impulsów fal starannie eliminowane.

W znanych rozwiązaniach ultradźwiękowe fale poprzeczne są generowane i odbierane za pomocą przetworników piezoelektrycznych, sprzęgniętych akustycznie z badanym materiałem cieczą o wysokiej lepkości, lub za pomocą przetworników elektromagneto - akustycznych, które nie wymagają cieczowego sprzężenia akustycznego. Pomiary wykonywane są metodą echa, gdy ten sam przetwornik działa jako nadajnik i odbiornik fal, lub metodą przepuszczania gdy stosowane są dwa oddzielne przetworniki, z których jeden generuje a drugi odbiera impulsy fal poprzecznych.

Aby wykonać pomiary czasu przejścia fal o dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji stosowane są zestawy głowic, składające się z umieszczonych obok siebie przetworników, generujących dwie równoległe wiązki fal poprzecznych o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji lub głowice wytwarzające jedną wiązkę fal, które w czasie pomiaru są obracane o kąt 90 stopni w celu zmiany kierunku polaryzacji fali. Wspólną cechą stosowanych obecnie głowic wieloprzetwornikowych jest to, że przetwornik nadawczy ma ten sam kierunek polaryzacji co przetwornik odbiorczy i para takich przetworników umożliwia pomiar prędkości propagacji fali o jednym tylko kierunku polaryzacji. Innym sposobem pomiaru dwójłomności akustycznej przetwornikami piezoelektrycznymi jest stosowanie dwóch przetworników o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji, umieszczonych jeden nad drugim. W rozwiązaniu tym fala generowana i odbierana przez górny przetwornik przejść musi dwukrotnie przez warstwę sprzęgającą obydwa przetworniki i przez dolny przetwornik.

Niedogodnością rozwiązania, w którym do generacji i odbioru fal o różnych kierunkach polaryzacji służą oddzielne przetworniki usytuowane obok siebie jest to, że fale o różnych kierunkach polaryzacji propagują się w różnych obszarach materiału. Obszary te mogą się różnić własnościami, temperaturą a przetworniki stykają się z różnymi fragmentami powierzchni materiału i warunki sprzężenia akustycznego są dla nich różne. Prowadzi to do błędów przy porównywaniu czasów przejścia fal o różnych kierunkach polaryzacji i błędów w ocenie dwójłomności akustycznej. Niedogodności tej nie ma układ z dwoma przetwornikami umieszczonymi jeden nad drugim. Wadą tego układu jest jednak to, że impuls generowany i odbierany przez górny przetwornik jest silnie zniekształcony w czasie propagacji przez materiał dolnego przetwornika i warstwę łączącą przetworniki. Zniekształcenia te prowadzą do błędów w pomiarach czasu przejścia impulsu. Niedogodnością głowic obracanych, w których poprzez obrót całej głowicy uzyskiwana jest zmiana kierunku polaryzacji fali, jest wywołana tym obrotem zmiana grubości warstwy cieczy sprzęgającej i wynikające z tego błędy w pomiarach czasu przejścia impulsu. W pomiarach prowadzonych przetwornikami elektromagnetoakustycznymi stosuje się głowice obracane, wyposażone w jedną cewkę lub głowice wyposażone w dwie cewki, o wzajemnie prostopadłych kierunkach przewodów, ustawione jedna nad drugą. Podczas zmiany kierunku polaryzacji przez obrót głowicy, ze względu na nierówności powierzchni materiału, zmienia się rozkład grubości szczeliny powietrznej pomiędzy powierzchnią materiału a cewką głowicy co prowadzi do zmiany rozkładu pola magnetycznego w szczelinie, zmiany geometrii generowanej w materiale wiązki fal, faz impulsów i w rezultacie do błędów w ocenie dwójłomności akustycznej. W przypadku głowic wyposażonych w dwie cewki, impuls generowany przez górną cewkę, ze względu na inną jej odległość od powierzchni badanego materiału oraz obecność przewodnika, jakim jest dolna cewka, pomiędzy cewką a powierzchnią materiału, ma inną amplitudę i fazę niż impuls generowany przez dolną cewkę, umieszczoną bezpośrednio na powierzchni materiału. Różnica w warunkach generacji i odbioru impulsów przez cewki prowadzi do błędów pomiarowych.

Celem wynalazku jest poprawa dokładności pomiaru czasu przejścia impulsów poprzecznych fal ultradźwiękowych o prostopadłych kierunkach polaryzacji. Sposób zgodnie z wynalazkiem polega na tym, że dokonuje się pomiarów czasu przejścia impulsów dwóch składowych fal poprzecznych, które to fale mają wzajemnie prostopadłe kierunki polaryzacji, wyznaczone przez kierunki osi akustycznych materiału. Obydwie te fale są składowymi jednej wiązki fal poprzecznych, wytworzonej w anizotropowym materiale badanego przedmiotu przez jeden przetwornik i spolaryzowanej w kierunku tworzącym kąt w przybliżeniu równy 45° z kierunkami osi akustycznych materiału.

Zgodnie z wynalazkiem głowica zawiera jeden przetwornik nadawczy tak usytuowany, że generuje w badanym materiale wiązkę fal poprzecznych, o kierunku polaryzacji tworzącym kąt w przybliżeniu równy 45° z kierunkami osi akustycznych materiału. Jednocześnie głowica ma dwa przetworniki odbiorcze tak usytuowane, że kierunki polaryzacji są zgodne z kierunkami osi akustycznych materiału.

Zaletą sposobu pomiaru według wynalazku jest zastosowanie jednego, nieruchomego przetwornika nadawczego, generującego w materiale jedną wiązkę, która rozkłada się na dwie składowe, będące czystymi postaciami fal poprzecznych, o kierunkach polaryzacji zgodnych z kierunkami osi akustycznych materiału. Kierunki polaryzacji przetworników odbiorczych są zgodne ze

znanymi kierunkami osi akustycznych i jednocześnie kierunkami polaryzacji fal składowych. Dzięki temu każdy z nich odbiera jedynie impulsy jednej składowej, o odpowiednim kierunku polaryzacji. Fale składowe propagują się w tym samym czasie i w tym samym obszarze materiału, dzięki czemu wyeliminowany jest wpływ niejednorodności materiału i rozkładu jego temperatury na wynik pomiaru. Sposób ten eliminuje niedogodności związane ze znanymi sposobami, wykorzystującymi do generacji fal oddzielone przetworniki lub jeden przetwornik obracany. Głowica według wynalazku nie wymaga obracania w czasie pomiaru i dzięki temu sprzężenie akustyczne jest stałe i jednakowe dla impulsów o dwóch kierunkach polaryzacji.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładzie wykonania w oparciu o rysunek, na którym pokazano schematycznie głowicę do pomiaru prędkości impulsów fal poprzecznych. Głowica ultradźwiękowa posiada trzy przetworniki piezoelektryczne 1, 2, 3 na drgania ścinania, ustawione w jednej płaszczyźnie. Kierunki polaryzacji dwóch z nich, będących przetwornikami odbiorczymi 2, 3, tworzą ze sobą kąt prosty a kierunek polaryzacji A trzeciego, działającego jako przetwornik nadawczy 1, tworzy z kierunkami polaryzacji pozostałych przetworników kąt 45 stopni. Przetworniki odbiorcze 2, 3, o małej powierzchni, umieszczone są w otworze 4, wyciętym w środku wielokrotnie od nich większego przetwornika nadawczego 1. Przetworniki 1, 2, 3, połączone elektrycznie ze znanym miernikiem czasu przejścia impulsu 5, umieszczone są na powierzchni badanego przedmiotu 6 i sprzęgnięte z nim akustycznie za pomocą cieczy o wysokiej lepkości. Przetwornik nadawczy 1 generuje w materiale wiązkę fal poprzecznych, o kierunku polaryzacji tworzącym z kierunkami osi akustycznych X, Y materiału kąt 45 stopni. Wiązka ta, propagując się w materiale anizotropowym, ulega rozłożeniu na dwie składowe o kierunkach polaryzacji zgodnych z kierunkami osi akustycznych X, Y, które to składowe propagują się z różnymi prędkościami zależnymi od anizotropii materiału i stanu panujących w nim naprężeń. Impulsy fal składowych po odbiciu od przeciwległej powierzchni przedmiotu 6 docierają do przetworników odbiorczych 2, 3. Przetworniki 2, 3 o kierunkach polaryzacji B, C, odbierają składowe impulsów o kierunkach drgań zgodnych z kierunkami ich polaryzacji. Mierzone są czasy przejścia impulsów fal poprzecznych o kierunkach polaryzacji B, C, równoległych do osi akustycznych X, Y badanego materiału. Czasy te są odwrotnie proporcjonalne do prędkości propagacji fal poprzecznych o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji B, C.

