



УКРАЇНА

(19) UA (11) 163639 (13) U
(51) МПК (2026.01)
G01N 29/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

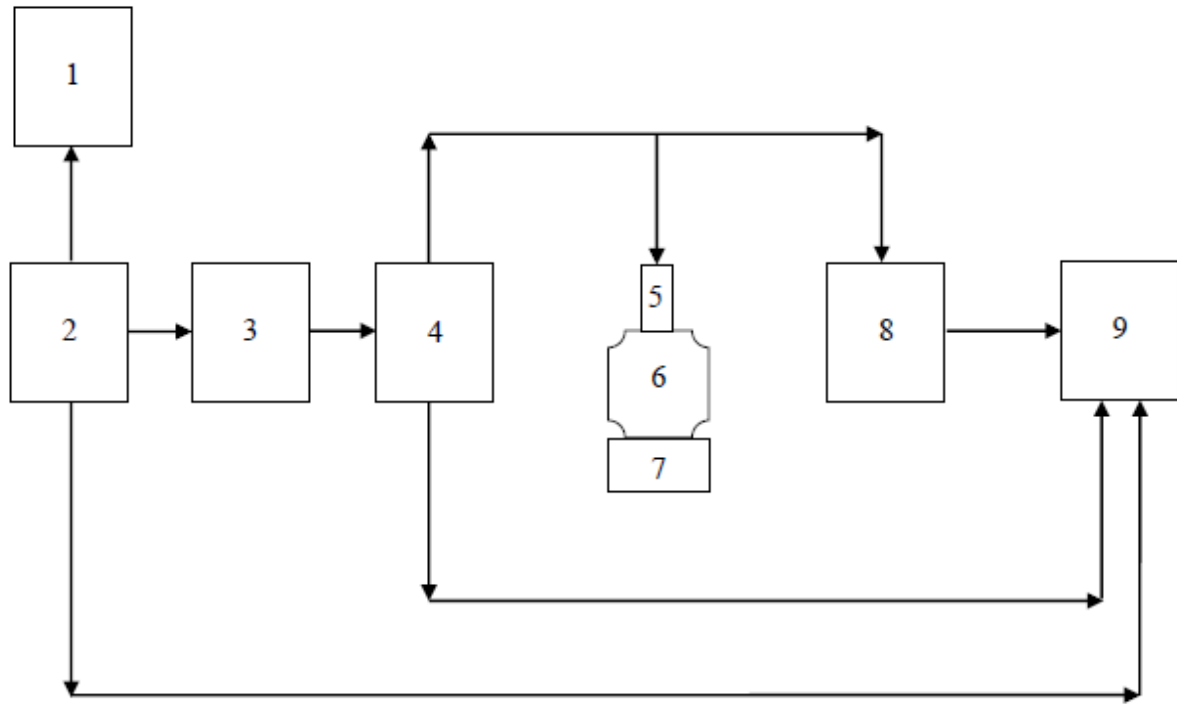
(21) Номер заявки: u 2024 03436	(72) Винахідник(и): Онанко Анатолій Петрович (UA), Буско Тетяна Олегівна (UA), Дмитренко Оксана Петрівна (UA), Куліш Микола Полікарпович (UA), Пінчук-Ругаль Тетяна Миколаївна (UA), Місюра Андрій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.07.2024	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.07.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.07.2026, Бюл.№ 28	(73) Володілець (володільці): КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА, вул. Володимирська, 60, м. Київ, 01033 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПРОХОДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХВИЛІ В ПОЛІМЕРНОМУ НАНОКОМПОЗИТІ ЗА ДОПОМОГОЮ МІТОК КАЛІБРАЦІЇ

(57) Реферат:

Пристрій вимірювання швидкості проходження ультразвукової хвилі в полімерному наноккомпозиті за допомогою міток калібрації, який генерує і вимірює швидкість ультразвукової хвилі за допомогою послідовно встановлених частотоміра, генератора дільника частоти, генератора прямокутних імпульсів, п'єзоперетворювача, який встановлений на зразок полімерного наноккомпозиту та резонансного підсилювача. Зразок полімерного наноккомпозиту з'єднаний з буфером з плавленого кварцу. Пристрій додатково містить синтезатор частоти, напряду з'єднаний, як і генератор прямокутних імпульсів, з двопроменевим осцилографом з входом U_1 та входом U_2 . На вхід U_1 подається ультразвукова хвиля ехоімпульсів U частотою $f=1/T$ і часом T проходження ультразвукової хвилі в полімерному наноккомпозиті товщиною h . На вхід U_2 подається число міток калібрації n $U_{МК}$ частотою $f_{МК}$ з синтезатора частоти. Максимум кожного ехоімпульсу U поєднано з максимумом гармонійних коливань $U_{МК}$.

UA 163639 U



Корисна модель належить до пристроїв вимірювання швидкості проходження поздовжньої (далі - поздовжня швидкість $V_{||уз}$ або $V_{позд}$) та поперечної (далі - поперечна швидкість $V_{\perp уз}$ або $V_{попер}$) ультразвукової хвилі (УЗХ) в полімерних нанокompозитах, які використовуються в приладобудуванні, радіотехніці, автомобілебудуванні, авіа- та космічній техніці.

Відомі пристрої вимірювання поздовжньої і поперечної швидкостей УЗХ шляхом суміщення ехосигналів [1-10], які випромінюють і приймають акустичний імпульс. Недолік відомих пристроїв пов'язаний з похибкою, яка обумовлена візуальним суміщенням ехосигналів на екрані осцилографа.

За найбільш близький аналог прийнятий відомий пристрій для вимірювання швидкості розповсюдження ультразвуку [11]. Пристрій містить послідовно з'єднані частотомір (1), генератор дільника частоти (3), генератор зондувальних імпульсів (4), п'єзоперетворювач (5), включено акустично контрольоване середовище (зразок полімерного нанокompозиту) (7) та резонансний підсилювач (8). Відповідно до найбільш близького аналога тривалість інтервального імпульсу швидкодіючого формувача дорівнює $Dt = T_{пошир} - nT_{повт}$, де n - кількість періодів, на яке відстоїть імпульс дешифратора від зондованого імпульсу, $T_{повт}$ - період повторення імпульсу перетворювача напруги в частоту, $T_{пошир}$ - час поширення акустичного сигналу (ультразвуку) через контрольоване середовище (зразок). Дешифратор 15 управляється комбінацією сигналів з виходу дільника частоти 14 і при певному стані останнього видає на своєму виході імпульс, точно віддалений за часом від зондувального імпульсу на задану кількість n повторення імпульсів 11 перетворювача напруги в частоту. Крім того, положення імпульсу першого дешифратора 15 строго синхронізовано з імпульсами 11 перетворювача напруги в частоту [11].

Пристрій за найбільш близьким аналогом має недоліки: неможливість вимірювання швидкості ультразвуку $V_{уз}$ в тонких полімерних нанокompозитах товщиною $h = 0,1 \div 1$ мм, оскільки при таких розмірах полімерних нанокompозитів ехосигнали прямують за малі проміжки часу порядку $\Delta t \approx 1$ мксек. Такий пристрій характеризується низькою точністю, а тому недостатньою надійністю, складністю конструкції та відносно високою вартістю приладів, які реалізують даний пристрій.

Задачею корисної моделі є підвищення точності та надійності вимірювання швидкості поздовжньої $V_{||уз}$ та поперечної $V_{\perp уз}$ УЗХ з забезпеченням можливості його використання для вимірювання в тонких полімерних нанокompозитах товщиною $h \approx 1$ мм.

Поставлена задача вирішується тим, що, згідно з корисною моделлю, пристрій вимірювання поздовжньої $V_{||уз}$ та поперечної $V_{\perp уз}$ швидкості проходження УЗХ в полімерному нанокompозиті за допомогою міток калібрації, який генерує і вимірює УЗХ за допомогою послідовно встановлених частотоміра (1), генератора дільника частоти (3), генератора прямокутних імпульсів (4), п'єзоперетворювача (5), який встановлений на зразок (7) полімерного нанокompозиту через буфер з плавленого кварцу (6), резонансного підсилювача (8) та двопроменевий осцилограф (9), при цьому генератор прямокутних імпульсів (4) з'єднаний з двопроменевим осцилографом (9) напряму, при цьому пристрій додатково містить синтезатор частоти (2), встановлений після частотоміра (1) та з'єднаний з осцилографом (9) напряму, осцилограф (9) виконаний двопроменевим з входом U_1 та входом U_2 , при цьому на вхід U_1 направляють УЗХ U , а на вхід U_2 подаються мітки калібрації $U_{мк}$ з синтезатора частоти (2). Частоту f проходження УЗХ в зразку (7) полімерного нанокompозиту визначають за формулою $f = f_{мк}/n$, а швидкість проходження УЗХ визначають за формулою $V_{||уз} = 2h/T = 2h f = 2h f_{мк}/n_{||}$ та $V_{\perp уз} = 2h/T = 2h f = 2h f_{мк}/n_{\perp}$.

Тут і далі використані наступні скорочення та позначення:

$V_{уз}$ - швидкість проходження поздовжньої ультразвукової хвилі;

$V_{||уз}$ або $V_{позд}$ - швидкість проходження поздовжньої ультразвукової хвилі;

$V_{\perp уз}$ або $V_{попер}$ - швидкість проходження поперечної ультразвукової хвилі;

УЗХ - ультразвукова хвиля;

h - товщина полімерного нанокompозиту;

T - час проходження УЗХ в полімерному нанокompозиті;

f - частота проходження УЗХ в полімерному нанокompозиті;

$f_{мк}$ - частота гармонійних коливань синтезатора частоти (2);

n $U_{мк}$ - число міток калібрації;

$n_{||}$ або $n_{позд}$ - число міток калібрації поздовжньої ультразвукової хвилі;

$n_{\perp}$ або $n_{попер}$ - число міток калібрації поперечної ультразвукової хвилі;

U_1 та U_2 - входи двопроменевий осцилографа (9);

U - максимум ехоімпульсів;

$U_{мк}$ - максимум гармонійних коливань міток калібрації.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображено блок-схему пристрою.

Пристрій складається з частотоміра (1), синтезатора частоти (2), генератора дільника частоти (3), генератора прямокутних імпульсів (4), п'єзоперетворювача (5), буфера з плавного кварцу (6), зразка вимірюваного полімерного нанокompозиту (7), резонансного підсилювача (8), двопроменевго осцилографа (9).

Пристрій працює наступним чином. Гармонійні, високостабільні синусоїдальні коливання, які використовуються як мітки калібрації U_{mk} , з виходу синтезатора частоти (2) спрямовані на частотомір (1) для вимірювання частоти та запускають генератор дільника частоти (3). Вибір коефіцієнта ділення частоти визначається величиною затухання ультразвуку в полімерному нанокompозиті (7). Прямокутні негативні імпульси з виходу генератора дільника частоти (3) запускають зондувальний генератор прямокутних імпульсів (4), який виробляє негативні імпульси більшою амплітудою для збудження УЗХ в полімерному нанокompозиті (7) за допомогою п'єзоперетворювача (5). Генератор (4) також формує прямокутні імпульси для запуску генератора розгортання двопроменевго осцилографа (9). УЗХ поширюється через буфер з плавного кварцу (6), відбившись від межі буфер-зразок і зразок-повітря, перетворений вдруге п'єзоперетворювачем (5), електричний сигнал надходить на вхід резонансного підсилювача (8). Посилені відбиті сигнали подаються на перший вхід U_1 двопроменевго осцилографа (9) і спостерігаються на екрані у вигляді затухаючої послідовності ехоімпульсів U , на другий вхід U_2 осцилографа з синхронної розгорткою обох променів подаються високостабільні, гармонійні коливання з виходу синтезатора частоти (2), які використовуються як мітки калібрації U_{mk} .

Змінюючи частоту міток калібрації f_{mk} - гармонійних коливань синтезатора частоти (2), між відповідними максимумами ехоімпульсів U на екрані двопроменевго осцилографа (9) укладають однакове число міток калібрації n U_{mk} і при цьому максимум кожного ехоімпульсу U поєднують з максимумом гармонійних коливань U_{mk} . Амплітуда ехоімпульсів U в полімерному нанокompозиті товщиною $h \approx 1$ мм достатньо велика для реєстрації.

Таким чином, вимір часу T проходження УЗХ в полімерному нанокompозиті зводять до вимірювання частоти покладених міток калібрації f_{mk} і підрахунку числа періодів цих міток n між відповідними максимумами ехоімпульсів за формулою $T = 1/f = n/f_{mk}$.

Техніко-економічні переваги корисної моделі перед аналогічними, що належать до найбільш прогресивних технічних рішень, складаються в спрощенні конструкції та зменшенні вартості пристроїв, що реалізують пристрій. Виконано задачу для створення пристрою вимірювання швидкості поздовжньої $V_{||uz}$ та поперечної $V_{\perp uz}$ ультразвукової хвилі в полімерному нанокompозиті з товщиною $h \approx 1$ мм.

Джерела інформації:

1. Новик А., Берри Б. Релаксационные явления в кристаллах, Москва, Атомиздат. 1975.
2. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы, Киев, Академперіодика. 2001.
3. Молодкин В.Б., Низкова А.И., Шпак А.П. и др. Дифрактометрия наноразмерных дефектов и гетерослоев кристаллов, Киев, Академперіодика. 2005.
4. Александров Л.Н., Зотов М.И. Внутреннее трение и дефекты в полупроводниках, Новосибирск, Наука. 1979.
5. Кузнецов Н.А., Потехин Д.С., Тарасов И.Е., Тетерин Е.П. Способ одновременного определения скорости продольных и сдвиговых акустических волн. Патент на изобретение № 2382358. РФ, заявл. 7.11.2006; опубл. 20.02.2010.
6. Соколов И.В., Качанов В.К. Тимофеев Д.В., Конов М.М, Синицын А.А., Родин А.Б. Способ ультразвуковой эхо-импульсной толщинометрии. Патент на изобретение № 2422769. РФ, заявл. 30.03.2010; опубл. 27.06.2011. Бюл. № 18. - 9 с.
7. Весна В.Т. Способ неразрушающего контроля качества спеченных изделий из поликристаллических сверхтвердых материалов / В.Т. Весна, Н.Я. Горидыш, В.П. Маслов, Н.Н. Новиков, А.П. Онанко // А.С. № 4361508. - 1989. - 4 с.
8. Онанко А.П., Заболотний М.А., Дмитренко О.П., Куліш М.П. та ін. Спосіб визначення поглинутої дози радіоактивного опромінення металами. Патент на винахід № 98078. Україна, заявл. 21.04.2011; опубл. 10.04.2012. Бюл. № 7. - 7 с.
9. Онанко А.П., Буско Т.О., Дмитренко О.П., Куліш М.П., Пінчук-Ругаль Т.М., Місюра А.І. Спосіб вимірювання швидкості ультразвукової хвилі в полімерних нанокompозитах за допомогою міток калібрації. Патент на КМ № 150325. Україна, зареєстровано 02.02.2022. - 6 с.
10. Недбай А.И. Импульсно-интерференционный способ измерения скорости ультразвука. Авторское Свидетельство СССР № 1191815, МПК G01N 29/00, заявл. 26.07.1982, опубл. 15.11.1985. Бюл. № 42. - 8 с.

11. Устройство для измерения скорости распространения ультразвука. Авторское Свидетельство СССР № 822013, МПК G01N 29/00, заявл. 26.12.1978, опубл. 15.04.1981. (найбільш близький аналог).

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

15

Пристрій вимірювання швидкості проходження ультразвукової хвилі в полімерному нанокompозиті за допомогою міток калібрації, який генерує і вимірює швидкість ультразвукової хвилі за допомогою послідовно встановлених частотоміра (1), генератора дільника частоти (3), генератора прямокутних імпульсів (4), п'єзоперетворювача (5), який встановлений на зразок (7) полімерного нанокompозиту та резонансного підсилювача (8), який **відрізняється** тим, що зразок (7) полімерного нанокompозиту з'єднаний з буфером з плавленого кварцу (6), а сам пристрій додатково містить синтезатор частоти (2), нап'яму з'єднаний, як і генератор прямокутних імпульсів (4), з двопроменевим осцилографом (9) з входом U_1 та входом U_2 , при цьому на вхід U_1 подається ультразвукова хвиля ехоімпульсів U частотою $f=1/T$ і часом T проходження ультразвукової хвилі в полімерному нанокompозиті товщиною h , а на вхід U_2 подається число міток калібрації n U_{MK} частотою f_{MK} з синтезатора частоти (2), при цьому максимум кожного ехоімпульсу U поєднано з максимумом гармонійних коливань U_{MK} .

