



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77284 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01R 33/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) 20041008650

(22) 25.10.2004

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Цмоць Володимир Михайлович, Паньків Ігор Степанович, Паньків Людмила Іванівна, Павловський Юрій Вікторович, Петренко Володимир Володимирович, Кавецький Тарас Степанович, Лабовка Діана Василівна, Лучкевич Михайло Михайлович, Охримович Роман Володимирович, Салань Валентина Петрівна, Цюпер Мирослав Володимирович
(73) ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

(56) SU 1383240, 23.03.1988

SU 1781650, 15.12.1992

SU 1803893, 23.03.1993

WO 03076931, 18.09.2003

JP 61162763, 23.07.1986

EP 0514759, 25.11.1992

(57) Пристрій для вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалів, що містить герметичний скляний корпус, з'єднаний з вертикальною кварцовою ампулою шліфом, крутильну вагу, виконану з опорним вузлом, встановленим у верхній частині корпусу, з кварцовим капіляром, розташованим в кварцовій ампулі і корпусі та з'єднаним з опорним вузлом через пружну підвіску, і з тримачем для встановлення зразка досліджуваного матеріалу, розташованим в кварцовій ампулі і закріпленим на кварцовому капілярі, джерело зовнішнього магнітного поля, автоматичну компенсаційну систему виміру крутильного моменту з від'ємним зворотним зв'язком, яка має стабілізоване джерело світла, дзеркальце, закріплене на кварцовому капілярі, два фотоелементи, включені у мостову схему, фотоелектричний підсилювач і вузол компенсації

2

крутильного моменту, а також вимірювач сигналу компенсації, фіксуючий стакан, розташований в кварцовій ампулі, який закріплений верхньою частиною в корпусі, який виконаний з слабомагнітного матеріалу і має вікно для тримача зразка із досліджуваного матеріалу, пружну розтяжку, з'єднану одним кінцем з кінцем кварцового капіляра, і пружину регульованого натягу, з'єднану з іншим кінцем пружної розтяжки і з нижньою частиною фіксуючого стакана, вузол компенсації крутильного моменту з магнітоелектричною рамкою, закріпленою на кварцовому капілярі, і кільцевим постійним магнітом, закріпленим на корпусі, при цьому верхній струмопідвід до рамки виконаний у вигляді пружної підвіски, а нижній струмопідвід - у вигляді провідника, розташованого у кварцовому капілярі, пружної розтяжки, з'єднаної з цим провідником, пружини регульованого натягу, з'єднаної з пружною розтяжкою, і провідника, розташованого на внутрішній стінці фіксуючого стакана, з'єднаного з пружиною регульованого натягу і електрично ізолюваного від фіксуючого стакана, фіксуючий стакан виконаний із електропровідного матеріалу з низькою теплопровідністю і малим температурним коефіцієнтом розширення і заземлений, фотоелектричний підсилювач виконаний як підсилювач напруги з диференціальним входом і симетричним виходом, який відрізняється тим, що з симетричним виходом підсилювача з'єднані два входи компаратора, виходи якого з'єднані з входами реверсивного лічильника, на інший вхід якого надходять сигнали тактового генератора, виходи реверсивного лічильника з'єднані з входами цифро-аналогового перетворювача, виходи якого з'єднані з вузлом компенсації крутильного моменту і вимірювачем сигналу компенсації.

Винахід відноситься до пристроїв для вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалів і може використовуватися для дослідження параметрів напівпровідних матеріалів.

Прототипом вибраний за більшістю співпадуючих суттєвих ознак пристрій для вимірювання магнітної сприйнятливості слабомагнітних матері-

алів (див. опис винаходу СРСР до а.с. №1383240, кл. G01R33/16, 1986 р.), що містить герметичний скляний корпус, з'єднаний з вертикальною кварцовою ампулою шліфом, крутильну вагу, виконану з опорним вузлом, встановленим у верхній частині корпусу, з кварцовим капіляром, розташованим в кварцовій ампулі і корпусі і з'єднаним з опорним

(19) UA (11) 77284 (13) C2

вузлом через пружну підвіску, і з тримачем для встановлення зразка досліджуваного матеріалу, розташованим в кварцовій ампулі і закріпленим на кварцовому капілярі, джерело зовнішнього магнітного поля, автоматичну компенсаційну систему вимірювання крутильного моменту з від'ємним зворотним зв'язком, яка має стабілізоване джерело світла, дзеркальце, закріплене на кварцовому капілярі, два фотоелементи, включені у мостову схему, фотоелектричний підсилювач і вузол компенсації крутильного моменту, під'єднаний до виходу фотоелектричного підсилювача, а також вимірювач сигналу компенсації, фіксуючий стакан, розташований в кварцовій ампулі, який закріплений верхньою частиною в корпусі, що виконаний з слабomagнітного матеріалу і який має вікно для тримача зразка із досліджуваного матеріалу, пружну розтяжку, з'єднану одним кінцем з кінцем кварцового капіляра, і пружину регульованого натягу, з'єднану з іншим кінцем пружної розтяжки і з нижньою частиною фіксуючого стакана, вузол компенсації крутильного моменту з магнітоелектричною рамкою, закріпленою на кварцовому капілярі, і кільцевим постійним магнітом, закріпленим на корпусі, при цьому верхній струмопідвід до рамки виконаний у вигляді пружної підвіски, а нижній струмопідвід - у вигляді провідника розташованого у кварцовому капілярі, пружної розтяжки, з'єднаної з цим провідником, пружини регульованого натягу, з'єднаної з пружною розтяжкою, і провідника, розташованого на внутрішній стінці фіксуючого стакана, з'єднаного з пружиною регульованого натягу і електрично ізольованого від фіксуючого стакана, фіксуючий стакан виконаний із електропровідного матеріалу з низькою теплопровідністю і малим температурним коефіцієнтом розширення і заземлений, фотоелектричний підсилювач виконаний, як підсилювач напруги з диференціальним входом і симетричним виходом, під'єднаним до струмопідводів рамки і через буферний підсилювач-повторювач з асиметричним виходом і фільтром нижніх частот - до вимірювача.

Вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалу з використанням прототипу здійснюється в наступному порядку:

Зразок досліджуваного матеріалу встановлюють за допомогою клею в тримач, з'єднують кварцову ампулу з корпусом, вакуумують систему і встановлюють кварцовий капіляр в нульове положення з допомогою блоку корекції. При цьому промінь світла від стабілізованого джерела, відбиваючись від дзеркальця, освітлює два фотоелементи рівномірно. Потім вмикають живлення автоматичної компенсаційної системи і виконують балансування моста так, щоб на виході фотоелектричного підсилювача сигнал компенсації був відсутній. Вмикають джерело зовнішнього магнітного поля, яке, діючи на зразок, намагається повернути кварцовий капіляр. Поворот останнього викликає різне освітлення фотоелементів, внаслідок чого, виникає розбаланс моста і сигнал компенсації на виході фотоелектричного підсилювача. Цей сигнал поступає на рамку вузла компенсації крутильного моменту і повертає кварцовий капіляр у вихідний стан. Промінь світла від дзеркальця знову освітлює два фотоелементи рівномірно, сигнал компе-

нсації зникає, електромагнітні сили, які безперервно діють на зразок, знову повертають кварцовий капіляр і т.д. Внаслідок чого кварцовий капіляр отримує безперервні крутильні коливання навколо деякого положення рівноваги, а на виході підсилювача і підсилювача-повторювача є сигнал компенсації, який має постійну та змінну складові. Фільтр нижніх частот пропускає у вимірювач тільки постійну складову вказаного сигналу.

Недолік прототипу полягає у виникненні похибки вимірювання зумовленої деформацією пружної підвіски і пружної розтяжки, які є струмопідводами до компенсаційного вузла і деформація яких приводить до порушення незмінності початкових характеристик крутильної ваги, в наслідок того, що величина струму, яка подається у вузол компенсації крутильного моменту і характеризує магнітну сприйнятливості досліджуваної речовини залежить від кута повороту кварцової нитки в зовнішньому магнітному полі. Із збільшенням величини зовнішнього магнітного поля збільшується і кут повороту кварцової нитки, що приводить до збільшення деформації пружної підвіски і пружної розтяжки. Відновлення їх початкових параметрів при вимиканні магнітного поля відбувається тривалий час і не повністю. Оскільки вимірювання проводяться відносним методом, при якому еталонні і досліджувані зразки однаково орієнтовані відносно зовнішнього магнітного поля і його градієнту, то незмінність початкових характеристик крутильної ваги має першочергове значення для зменшення похибки проведених вимірювань.

Технічним завданням винаходу є усунення похибки вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалів, зумовленої деформацією струмопідводів, за рахунок введення нових вузлів управління.

Для вирішення поставленого завдання запропонований пристрій для вимірювання магнітної сприйнятливості, який поряд з суттєвими ознаками властивими для прототипа, такими, як герметичний скляний корпус, з'єднаний з вертикальною кварцовою ампулою шліфом, крутильні ваги, виконані з опорним вузлом, встановленим у верхній частині корпуса, з кварцовим капіляром, розташованим в кварцовій ампулі і корпусі і з'єднаним з опорним вузлом через пружну підвіску, і з тримачем для встановлення зразка досліджуваного матеріалу, розташованим в кварцовій ампулі і закріпленим на кварцовому капілярі, джерело зовнішнього магнітного поля, автоматичну компенсаційну систему вимірювання крутильного моменту з від'ємним зворотним зв'язком, яка має стабілізоване джерело світла, дзеркальце, закріплене на кварцовому капілярі, два фотоелементи, включені у мостову схему, фотоелектричний підсилювач і вузол компенсації крутильного моменту, а також вимірювач сигналу компенсації, фіксуючий стакан, розташований в кварцовій ампулі, який закріплений верхньою частиною в корпусі, що виконаний з слабomagнітного матеріалу і який має вікно для тримача зразка із досліджуваного матеріалу, пружну розтяжку, з'єднану одним кінцем з кінцем кварцового капіляра, і пружину регульованого натягу, з'єднану з іншим кінцем пружної розтяжки і з нижньою частиною фіксуючого стакана, вузол компенсації крутильного моменту з магнітоелектричною

рамкою, закріпленою на кварцовому капілярі, і кільцевим постійним магнітом закріпленим на корпусі, при цьому верхній струмопідвід до рамки виконаний у вигляді пружної підвіски, а нижній струмопідвід - у вигляді провідника розташованого у кварцовому капілярі, пружної розтяжки, з'єднаної з цим провідником, пружини регульованого натягу, з'єднаної з пружною розтяжкою, і провідника, розташованого на внутрішній стінці фіксуємого стакана, з'єднаного з пружиною регульованого натягу і електрично ізолюваного від фіксуємого стакана, фіксуємий стакан виконаний із електропровідного матеріалу з низькою теплопровідністю і малим температурним коефіцієнтом розширення і заземлений, фотоелектричний підсилювач виконаний, як підсилювач напруги з диференціальним входом і симетричним виходом - містить нові, відмінні від прототипу, суттєві ознаки, а саме - компаратор, два входи якого з'єднані з симетричним виходом підсилювача, реверсивний лічильник, тактовий генератор та цифроаналоговий перетворювач, при цьому входи реверсивного лічильника з'єднані з виходами компаратора і тактового генератора, а виходи - з входами цифроаналогового перетворювача, виходи якого, в свою чергу, з'єднані з вузлом компенсації крутильного моменту і вимірювачем сигналу компенсації.

Вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалу з використанням запропонованого пристрою здійснюється в наступному порядку:

Зразок досліджуваного матеріалу встановлюють за допомогою клею в тримач, з'єднують кварцову ампулу з корпусом, вакуумують систему і встановлюють кварцовий капіляр в нульове положення за допомогою блоку корекції. При цьому промінь світла від стабілізованого джерела, відбиваючись від дзеркальця, освітлює два фотоеlementи рівномірно. Потім вмикають живлення автоматичної компенсаційної системи, в реверсивний лічильник записується цифровий код, який відповідає нульовому значенню напруги на виході цифроаналогового перетворювача. Якщо фотоелектричний міст електрично не збалансований, то на симетричному виході фотоелектричного підсилювача виникає напруга тої чи іншої полярності в залежності від напрямку розбалансування моста, відповідно, на одному з виходів компаратора з'являється логічний сигнал дозволу збільшення або зменшення коду лічильника під дією тактових сигналів генератора. Лічильник змінює свій код таким чином, що на виході цифроаналогового перетворювача виникає напруга відповідного знаку і величини для повернення моста в режим електричного балансу. Зміною величини одного з резисторів моста електрично балансуємо міст. При цьому на виході цифроаналогового перетворювача буде відсутня напруга, а на обох виходах компаратора будуть сигнали, що забороняють зміну коду лічильника. При ввімкненні зовнішнього магнітного поля кварцова нитка із зразком намагнітиться повернутися відповідно розбалансовуючи фотоелектричний міст, на виходах компаратора виникає сигнал дозволу зміни коду лічильника таким чином, щоб сигнал з виходу цифроаналогового перетворювача, який поступає на компенсаційний вузол повернув міст в режим електричного

балансу. Тобто, при зміні зовнішнього магнітного поля кварцова нитка практично буде знаходитись в нерухомому стані, також у нерухомому стані будуть знаходитись струмопідводи, оскільки найменше відхилення від рівноваги викликає відповідну зміну компенсаційної напруги з виходу цифроаналогового перетворювача. Величина компенсаційної напруги з виходу цифроаналогового перетворювача відповідає величині магнітної сприйнятливості досліджуваного зразка і поступає на вимірювач напруги.

Отже, нова сукупність суттєвих ознак в порівнянні з прототипом підвищує точність вимірювання величини магнітної сприйнятливості матеріалів за рахунок суттєвого зменшення деформаційних навантажень на струмопідводи до компенсаційного вузла у відповідності до завдання винаходу.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 зображена конструктивна схема пристрою; на Фіг.2 - блок-схема вимірювальної частини пристрою.

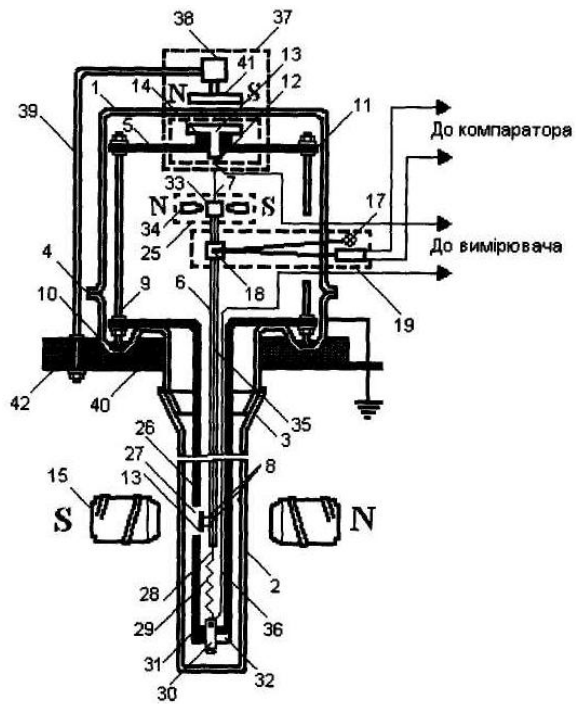
Пристрій для вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалів (Фіг.1) складається з герметичного скляного корпусу 1, з'єднаного з вертикальною кварцовою ампулою 2 шліфовим з'єднанням 3. Корпус 1 може бути виконаний роз'ємним зі шліфовим з'єднанням 4 і з засобами для його вакуумування. Крутильна вага пристрою виконані з опорним вузлом 5, встановленим в верхній частині корпусу, кварцовим капіляром 6, розташованим у кварцовій ампулі 2 і корпусі 1, з'єднаним з опорним вузлом через пружну підвіску 7, і з тримачем 8 для встановлення зразка досліджуваного матеріалу. Тримач 8 розташований в кварцовій ампулі 2 і закріплений на кварцовому капілярі 6. Опорний вузол 5 виконаний у вигляді немагнітних стійок 9, закріплених клейовою масою 10 до нижньої частини корпусу 1, діелектричної плити 11, встановленої на стійках 9, мідної осі 12, встановленої в центральному отворі плити 11, пластини 13 з магнітом'якого матеріалу, з'єднаної з віссю 12, і фторопластової шайби 14, встановленої на осі 12 між плитою 11 і пластиною 13. Пружна підвіска 7 виконана у вигляді стрічки з пружного струмопровідного матеріалу і з'єднана з віссю 12 пайкою. Тримач 8 виконаний у вигляді двох ниток із кварцового скла, які закріплені зваркою на нижній частині кварцового капіляра 6. Пристрій також має джерело 15 зовнішнього магнітного поля, автоматичну компенсаційну систему вимірювання крутильного моменту з від'ємним зворотним зв'язком і вимірювач 16 сигналу компенсації. Автоматична компенсаційна система має стабілізоване джерело 17 світла, дзеркальце 18, яке закріплене на кварцовому капілярі, фотоелектричний підсилювач 19, два фотоеlementи 20, які включені в мостову схему, компаратор 21, реверсивний лічильник 22, тактовий генератор 23, цифроаналоговий перетворювач 24 і вузол 25 компенсації крутильного моменту, під'єднаний до виходу цифроаналогового перетворювача 24. Для забезпечення положення кварцового капіляра 6 по вісі кварцової ампули 2 пристрій устаткований фіксуємим стаканом 26, який розташований в кварцовій ампулі 2, і закріплений верхньою частиною в корпусі 1 і який має вікно 27 для тримача 8, а також пружною розтяж-

кою 28 з'єднаною одним кінцем з кінцем кварцового капіляра 6 і пружиною 29 регульованого натягу, з'єднаною другим кінцем пружної розтяжки 28 і з нижньою частиною фіксуючого стакану. Регульований натяг пружини 29 забезпечений переміщенням стрижня 30 розташованим у втулці 31, і стопорним гвинтом 32. Вузол 25 компенсації крутильного моменту - магнітоелектричний з рамкою 33, яка закріплена на кварцовому капілярі, і з кільцевим постійним магнітом 34, закріпленим на корпусі 1. При цьому верхній струмопідвід до рамки виконаний у вигляді пружної підвіски 7, а нижній струмопідвід - у вигляді провідника 35, розташованого у кварцовому капілярі, пружної розтяжки 28, з'єднаної з провідником 35, пружини 29, з'єднаної з пружною розтяжкою, і провідника 36, розташованого на внутрішній стінці фіксуючого стакану. Провідник 36 з'єднаний з пружиною 29 і електрично ізольований від фіксуючого стакану. Для регулювання нульового відліку пристрій виконано з блоком корекції 37, управляюча частина якого виконана у вигляді привода 38, розташованого з допомогою кронштейна 39 на плиті 40, і постійного стрижневого магніта 41, з'єднаного з приводом 38. Керована частина блоку корекції являє собою вісь 12 і пластину 13 опорного вузла. На плиті 40 встановлено екран 42 для екранування елементів компенсаційної системи вимірювання, розташованих в корпусі 1, від магнітного поля джерела 15.

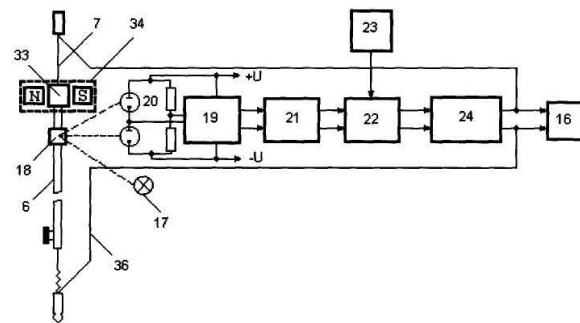
Вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалу з використанням запропонованого пристрою здійснюється в наступному порядку:

Зразок досліджуваного матеріалу 43 встановлюють за допомогою клею в тримач 8, з'єднують кварцову ампулу 2 з корпусом 1, вакуумують систему і проводять установку нульового положення кварцового капіляра 6 з допомогою блоку корекції 37. При цьому промінь світла від стабілізованого джерела 17, відбиваючись від дзеркала 18, освітлює два фотоелементи 20 рівномірно. Потім вми-

кають живлення автоматичної компенсаційної системи - в реверсивний лічильник 22 записується цифровий код, який відповідає нульовому значенню напруги на виході цифроаналогового перетворювача 24. Якщо фотоелектричний міст електрично не збалансований, то на симетричному виході фотоелектричного підсилювача 19 виникає напруга тої чи іншої полярності в залежності від напрямку розбалансування моста, відповідно, на одному з виходів компаратора 21 з'являється логічний сигнал дозволу збільшення або зменшення коду лічильника 22 під дією тактових сигналів генератора 23. Лічильник 22 змінює свій код таким чином, що на виході цифроаналогового перетворювача 24 виникає напруга відповідного знаку і величини для повернення моста в режим електричного балансу. Зміною величини одного з резисторів моста електрично балансуємо міст. При цьому на виході цифроаналогового перетворювача 24 буде відсутня напруга, а на обох виходах компаратора 21 будуть сигнали, що забороняють зміну коду лічильника 22. При ввімкненні зовнішнього магнітного поля 15 кварцова нитка зі зразком намагатиметься повернутися, відповідно розбалансовуючи фотоелектричний міст - на виходах компаратора 21 виникає сигнал дозволу зміни коду лічильника 22 таким чином, щоб сигнал з виходу цифроаналогового перетворювача 24, який поступає на компенсаційний вузол 25, повернув міст в режим електричного балансу. Таким чином, при зміні зовнішнього магнітного поля кварцова нитка практично буде знаходитись в нерухомому стані, оскільки найменше відхилення від рівноваги викликає відповідну зміну компенсаційної напруги з виходу цифроаналогового перетворювача 24. Величина компенсаційної напруги з виходу цифроаналогового перетворювача 24 відповідає величині магнітної сприйнятливості досліджуваного зразка і поступає на вимірювач напруги 16.



Фіг. 1.



Фіг. 2.