



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114487** (13) **C2**
(51) МПК
G01R 17/10 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2014 03547</p> <p>(22) Дата подання заявки: 07.04.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 26.06.2017</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.10.2014, Бюл.№ 19</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.06.2017, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Батигін Юрій Вікторович (UA), Гнатов Андрій Вікторович (UA), Чаплігін Євген Олександрович (UA), Барбашова Марина Вікторівна (UA), Сабокар Олег Сергійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Батигін Юрій Вікторович, пр. Л. Свободи, 35-б, кв. 40, м. Харків, 61202 (UA), Гнатов Андрій Вікторович, вул. Польова, 10, кв. 1, м. Харків, 61068 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 85854 U, 10.12.2013 UA 96335 C2, 25.20.2011 UA 77282 U, 11.02.2013 RU 2248578 C1, 20.03.2005 US 4006405 A, 01.02.1977 US 3986105 A, 12.10.1976 JP 2010210385 A, 24.09.2010 US 3936734 A, 03.02.1976</p>
--	--

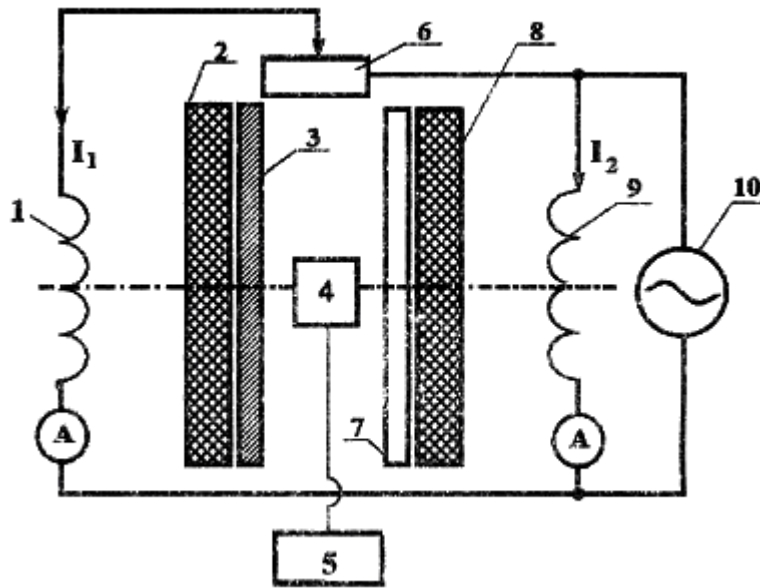
(54) ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ПИТОМОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ "ПРОЗОРИМИ" ІНДУКТОРАМИ

(57) Реферат:

Пристрій вимірювання питомої електропровідності "прозорими" індукторами належить до електричних вимірювань і може знайти застосування в електротехнічній, авіаційній, машинобудівній та в автомобільній галузях промисловості для визначення питомої електропровідності листових металів різноманітних металевих елементів та конструкцій, які підлягають електротехнологічному впливу. Пристрій вимірювання питомої електропровідності листових металів складається з ланок паралельно розташованих елементів вимірювального мосту - двох плоских циліндричних індукторів, підключених до генератора сигналу низьких частот, листа немагнітного металу з еталонними значеннями товщини та питомої електропровідності, датчика поля індукційного типу, сигнал якого відображений вимірювачем сигналу, та порожнини для досліджуваного феромагнітного зразка металу. До ланок вимірювального мосту підключені абсолютні "прозорі" для електромагнітних полів індуктори, відділені ізоляційними проміжками від еталонного та досліджуваного листів металу, розмір яких визначає товщину металів та в просторі між якими підключений датчик поля. Струми в ланках вимірювального мосту протікають в одному напрямку, а частота струму задається генератором синусоїдальних сигналів низьких частот. Технічним результатом є визначення питомої

UA 114487 C2

електропровідності листового феромагнетика в системі з індукторами, обмотки яких "абсолютно прозорі" для збуджуваних магнітних полів.



Винахід належить до електричних вимірювань і може знайти застосування в електротехнічній, авіаційній, машинобудівній та в автомобільній галузях промисловості для визначення питомої електропровідності листових металів різноманітних металевих елементів та конструкцій, які підлягають електротехнологічному впливу.

5 Відомий такий пристрій для вимірювання опору ізоляції (Устройство для измерения электрического сопротивления изоляции RU (11) 2230332 (13) C2. Дата публікації 2004.06.10), де запропоновано до паралельного вимірювального кола, підключати конденсатор відомого номіналу. Вимірюється постійна часу перехідного процесу i , з урахуванням вимірюваного початкового і кінцевого значень напруг, в контрольованих точках визначаються параметри ізоляції кола. Технічний результат полягає в забезпеченні гальванічної розв'язки кіл і

10 досягається за рахунок застосування в якості шунтуючого елемента конденсатора відомої ємності.

Ще одним аналогом є мостове вимірювальне коло (Мостовая измерительная цепь, патент RU (11) 2248578 (13) C1. Дата публікації 2005.03.20), в основі якого полягає принцип вимірювання, заснований на взаємній компенсації опорів двох ланок, одна з яких включає опір, що вимірюється. Як індикатор звичайно використовується чутливий гальванометр, показання якого повинні дорівнювати нулю у момент рівноваги мосту. Принцип роботи аналога заснований на вирівнюванні струмів в ланках вимірювального мосту, завдяки чому сумарний струм з паралельних ланок буде дорівнювати нулю.

20 Суттєвим недоліком відомих аналогів вимірювання електричного опору є наявність електричних контактів у вимірювальному контурі "прилад - об'єкт дослідження". При малих габаритах досліджуваного елемента зростає значення перехідного опору в зоні контактів i , відповідно, похибки у визначенні величини, що вимірюється. Ще одним недоліком відомих способів вимірювання є те, що при вимірюванні малих опорів може виникати додаткова похибка

25 через вплив перехідного опору в точках підключення, крім того, вказаний аналог дозволяє вимірювати лише електричний опір, при чому ланки вимірювального мосту повинні бути чітко збалансовані, а вплив зовнішніх чинників (температура, вологість, перехідні опори контактів) сприяють розбалансуванню вимірювального мосту.

Найбільш близьким за своєю суттю до запропонованого є патент України "Пристрій вимірювання питомої електропровідності листових металів за співвідношенням між напруженостями магнітного поля" (Патент України на корисну модель № 77282 від 11.02.2013 р).

У прототипі запропоновано пристрій вимірювання питомої електропровідності листових металів, який полягає у безконтактному вимірюванні електропровідності з двома листами металу, для одного з яких питома електропровідність і товщина відомі, а для іншого відома тільки товщина, що розташовують паралельно один одному із зовнішньої сторони листів металу розміщують датчики поля та циліндричні плоскі індуктори з однаковою індуктивністю та однаково направленими струмами, такими, що у внутрішній порожнині між металевими листами напруженість магнітного поля дорівнює нулю, а питома електропровідність досліджуваного зразка обчислюється за формулою.

40 Суттєвим недоліком відомого прототипу є те, що складно підібрати товщину досліджуваного металу при заданій товщині відомого зразка металу. Немає можливості проводити вимірювання питомої електропровідності підряд у декількох зразків металу при різній їх товщині, та при зміні відомого (еталонного) зразка. Неможливо замінити відомий (еталонний) зразок металу для підвищення точності вимірів та розширення лінійки товщин досліджувальних металів. Суворі вимоги до частоти збуджуючого поля, що вимагає взаємокомпенсації напруженості магнітного поля в внутрішній порожнині магнітного поля у внутрішній порожнині між металевими листами.

Привабливою простотою технічної реалізації і широкими можливостями, представляється запропонований винахід вимірювання питомої електропровідності "прозорими" індукторами металів, заснований на взаємодії "зустрічних магнітних полів" двох "абсолютно прозорих" індукторів.

В основу винаходу поставлено задачу визначення питомої електропровідності листового феромагнетика в системі з індукторами, обмотки яких "абсолютно прозорі" для збуджуваних магнітних полів.

55 Поставлена задача вирішується тим, що запропонований авторами пристрій вимірює питому електропровідність листових феромагнітних металів, шляхом компенсації магнітних потоків у внутрішній порожнині системи, що забезпечує вимірювання питомої електропровідності досліджуваного феромагнітного зразка безконтактно, який розташовується паралельно до еталонного немагнітного листа металу з відомими значеннями питомої

60 електропровідності, причому, згідно з винахідницьким задумом, вимірювання струму

здійснюється в кожній ланці вимірювального мосту, в які включено "абсолютно прозорі" для електромагнітних полів індуктори, які відділені ізоляційними проміжками від еталонного та досліджуваного листів металу, розмір яких визначає товщину металів та в просторі між якими знаходиться датчик поля, причому струми в ланках вимірювального мосту протікають в одному напрямку, а діапазон частоти вимірювального струму задається у відповідності до співвідношення:

$$f \ll \frac{\pi}{2(\mu_1 \cdot \mu_0 \cdot \gamma_1 \cdot d_1^2)},$$

де μ_0 - магнітна проникність вакууму (магнітна постійна);

μ_1 , γ_1 , d_1 - відносна магнітна проникність, питома електропровідність і товщина еталонного зразка листа металу, а питома електропровідність досліджуваного зразка металу визначається у відповідності до виразу.

На кресленні представлена схема реалізації способу вимірювання електропровідності листових металів "прозораю" індукторною системою, на якій позначено такі позиції: 1, 9 - плоскі циліндричні індуктори, 2, 8 - ізоляційні проміжки; 3 - еталонний немагнітний лист металу; 4 - датчик поля; 5 - вимірювач сигналу; 6 - реостат; 7 - порожнина для досліджуваного листа феромагнетика; 10 - генератор синусоїдального сигналу низьких частот.

Пропонований пристрій працює наступним чином:

Вимірювальний комплекс складається з паралельно розміщених плоского циліндричного індуктора - 1, еталонного немагнітного листового металу - 3, порожнини для досліджуваного зразка феромагнітного металу - 7 і плоского циліндричного індуктора - 9. Індуктори 1 та 9, які відділені від еталонного та досліджуваного листів металу ізоляційними проміжками 2 і 8, підключаються до генератора синусоїдального сигналу низьких частот - 10. Варіюючи струм в обмотках індукторів 1 і 9, за допомогою реостата 6 необхідно домогтися нульового поля в просторі між листами 3 та 7. Вимірювання поля в центральній порожнині між листами металу здійснюється за допомогою датчика поля (індукційного типу) 4. Сигнал від датчика поля 4 відображається вимірювачем сигналу 5.

Немагнітний метал є еталонним. Його електропровідність - γ_1 , магнітна проникність - $\mu_1 \approx \mu_0$ (μ_0 - магнітна проникність вакууму) і товщина - відомі. Другий листовий метал має відому товщину - d_2 , але невідомі електропровідність - γ_2 та магнітну проникність - μ_2 .

Пропонований винахід безконтактного вимірювання питомої електропровідності листового феромагнетика так само, як і у випадку немагнітного металу, заснований на компенсації магнітних потоків у внутрішній порожнині системи з двох плоских тонкостінних металів, і двох індукторів у часовому режимі, коли має місце інтенсивне проникнення діючих полів крізь всі металеві елементи системи. Обмотки індукторів не впливають на характер електромагнітних процесів, що протікають, тому являються "абсолютно прозорими" для збуджених електромагнітних полів. Виходячи з цього, невідома питома електропровідність досліджуваного феромагнетика, який розміщується в спеціальну порожнину в пристрої, визначається відповідно до виразу

$$\gamma_2 \approx \frac{\gamma_1 \cdot d_1}{d_2} \cdot \frac{I_{2m}}{I_{1m}},$$

де I_{1m} , I_{2m} - амплітуди струмів у витках індукторів;

μ_1 , γ_1 , d_1 - відносна магнітна проникність, питома електропровідність і товщина еталонного зразка листа металу;

γ_2 , d_2 - невідома питома електропровідність і відома товщина досліджуваного зразка металу, який розміщується в спеціальну порожнину у пристрої.

Використання запропонованого пристрою для визначення питомої електропровідності листових металів "прозораю" індукторною системою дозволяє експериментально виміряти питому електропровідність (питомий електричний опір) листового металу. Це дає змогу досить швидко та безконтактним способом визначати основні електротехнічні характеристики будь-якого листового металу. Також пристрій вимірювання питомої електропровідності має ефективну працездатність за енергетичними показниками. Визначення питомої

електропровідності листових металів, яке базується на вимірюванні магнітних полів, за допомогою запропонованої електровимірювальної установки значно прискорює процес вимірювання та підвищує його ефективність і ККД, так як дозволяє в досить широкому спектрі підбирати товщини досліджуваних металів, при цьому змінювати контрольний зразок. Останнє значно підвищує точність вимірів. Запропонований винахід дозволяє чітко визначати частоту струму, що збуджує низькочастотні магнітні поля. Завдяки чому й підвищується ефективність процесу вимірювання.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій вимірювання питомої електропровідності листових металів, що складається з ланок паралельно розташованих елементів вимірювального мосту - двох плоских циліндричних індукторів, підключених до генератора сигналу низьких частот, листа немагнітного металу з еталонними значеннями товщини та питомої електропровідності, датчика поля індукційного типу, сигнал якого відображений вимірвачем сигналу, та порожнини для досліджуваного феромагнітного зразка металу, який **відрізняється** тим, що до ланок вимірювального мосту підключені абсолютно "прозорі" для електромагнітних полів індуктори, відділені ізоляційними проміжками від еталонного та досліджуваного листів металу, розмір яких визначає товщину металів та в просторі між якими підключений датчик поля, причому струми в ланках вимірювального мосту протікають в одному напрямку, а частота струму задається генератором синусоїдальних сигналів низьких частот відповідно до співвідношення:

$$f \ll \frac{\pi}{2(\mu_1 \cdot \mu_0 \cdot \gamma_1 \cdot d_1^2)},$$

де μ_0 - магнітна проникність вакууму, магнітна постійна,

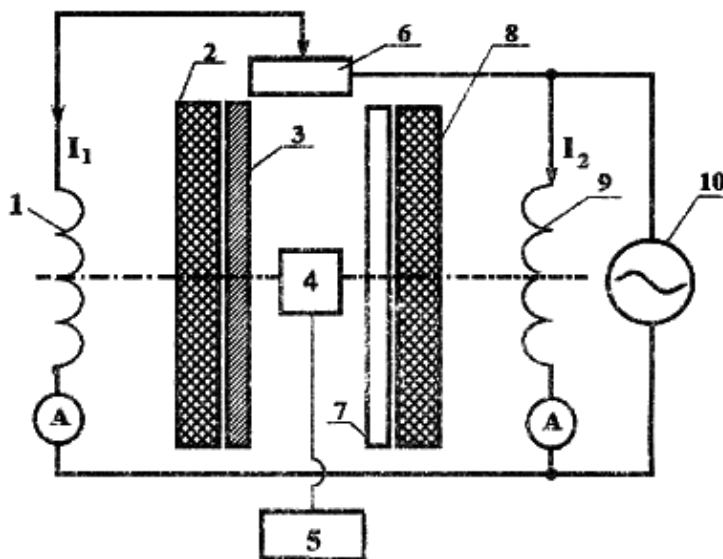
μ_1, γ_1, d_1 - відносна магнітна проникність, питома електропровідність і товщина еталонного зразка листа металу,

а питому електропровідність досліджуваного зразка металу визначено відповідно до виразу:

$$\gamma_2 \approx \frac{\gamma_1 \cdot d_1}{d_2} \cdot \frac{I_{2m}}{I_{1m}},$$

де I_{1m}, I_{2m} - амплітуди струмів у витках індукторів,

γ_2, d_2 - невідома питома електропровідність і відома товщина досліджуваного зразка металу.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601