



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109357** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
G01B 7/00
G01N 27/22 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2014 04947	(72) Винахідник(и): Баженов Віктор Григорович (UA), Івіцька Дар'я Костянтинівна (UA), Овчарук Степан Анатолійович (UA), Муненко Василь Леонідович (UA)
(22) Дата подання заявки:	12.05.2014	(73) Власник(и): Баженов Віктор Григорович, просп. Перемоги, 37, буд. 4, кв. 5, м. Київ, 03056 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.08.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Geoff G. DIAMOND, David A. HUTCHINS "A New Capacitive Imaging Technique for NDT" School of Engineering, University of Warwick, Coventry, UK, ECNDT 2006 - Poster 229 UA 72010 U, 10.08.2012 SU 1758538 A1, 30.08.1992 US 2007241756 A1, 18.10.2007 JP S61236410 A, 21.10.1986 CN 103076366 A, 01.05.2013
(41) Публікація відомостей про заяву:	10.11.2014, Бюл.№ 21	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.08.2015, Бюл.№ 15	

(54) ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ АМПЛІТУДНО-ФАЗОВИЙ СПОСІБ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

(57) Реферат:

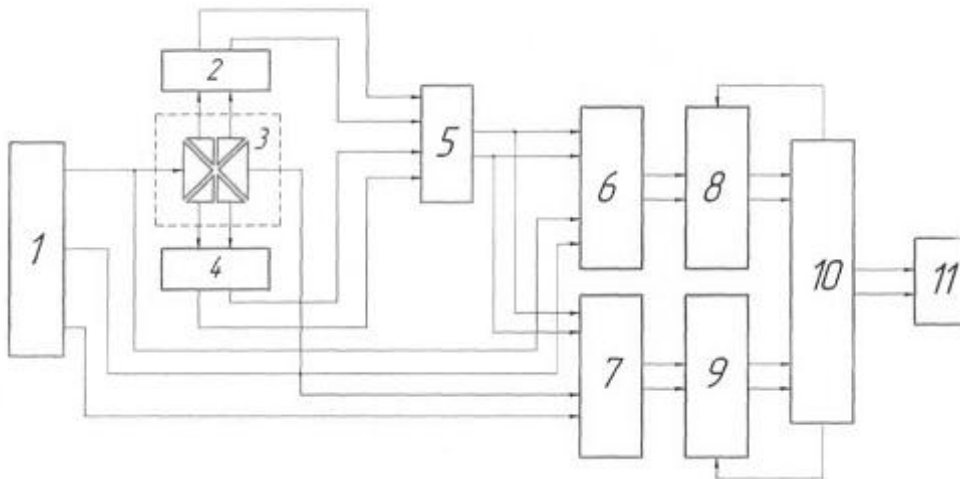
Винахід належить до області неруйнівного контролю і може бути використаний для контролю широкого спектру матеріалів та конструкцій, діелектриків та провідних матеріалів, без використання контактної рідини.

Електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю, який включає генерацію електростатичного поля шляхом подачі опорного сигналу заданої частоти на одну пару електродів, реєстрацію індукованого заряду за допомогою других вимірювальних електродів, а також перемноження опорного та вимірювального сигналів з подальшим скануванням, обробкою та візуалізацією результатів на екрані, причому сканування об'єкта контролю відбувається по двох осях, який відрізняється тим, що вимірювальний сигнал визначають як різницю вихідних сигналів двох пар вимірювальних електродів, причому опорний сигнал є ортогональним, а перемноження вимірювального сигналу з двома складовими ортогонального опорного сигналу виконується одночасно.

Запропонований електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю з використанням ортогональних опорних сигналів та цифровою обробкою сигналів дозволяє реєструвати з великою точністю зміну не тільки фазового зсуву вимірювального сигналу (який при ортогональній обробці, як відомо, не буде залежати від амплітуди вимірювального сигналу), але і зміну амплітуди вимірювального сигналу. Підвищення точності вимірювання досягається внаслідок підвищення завадостійкості даного методу наступним чином. Значення величини заряду, що індукується в двох вимірювальних електродах датчика з від електричного поля дефекту буде різним, і ця різниця буде пропорційною розміру дефекту, тобто градієнту поля дефекту (якщо дефект не знаходиться посередині відстані між парами вимірювальних електродів). Джерело завади знаходиться на значній відстані від двох пар вимірювальних

UA 109357 C2

електродів датчика 3, тому невелика різниця відстані між електродами не впливає на амплітуду та фазу індукованого заряду від цього джерела завади в обох парах вимірювальних електродів датчика 3. Тому величина складової сигналу, що отримують від джерела завади на виході підсилювачів 2 та 4, буде однаковою, що призведе до її компенсації на виході диференційного підсилювача 5. Використання цифрової обробки інформації в даному способі неруйнівного контролю дозволить значно спростити автоматизацію процесу контролю, дистанційну передачу, накопичення, документування та візуалізацію отриманих результатів контролю на комп'ютері. Запропонований спосіб може бути реалізований при використанні, наприклад, електропотенціальних мікросхем (EPIC) PS25255 як сенсорів електростатичного поля.



Винахід належить до області неруйнівного контролю і може бути використаний для контролю широкого спектру матеріалів та конструкцій, діелектриків та провідних матеріалів, без використання контактної рідини.

Найближчим аналогом є електростатичний спосіб неруйнівного контролю (Geoff G. Diamond, David A. Hutchins, ECNDT 2006-Poster 229), який включає генерацію електростатичного поля шляхом подачі опорного сигналу заданої частоти на одну пару електродів, реєстрацію індукованого заряду за допомогою других вимірювальних електродів, а також перемноження опорного та вимірювального сигналів з подальшим скануванням, обробкою та візуалізацією результатів на екрані. Сканування об'єкта контролю відбувається по двох осях.

Недоліками такого способу є низька завадостійкість, що потребує використання спеціальних засобів екранування або проведення контролю в спеціально обладнаних приміщеннях. Крім того, результат вимірювання залежить не тільки від фазового зсуву, але й від амплітуди вимірювального сигналу, а при малих кутах між опорним та вимірювальним сигналом різко знижується чутливість.

В основу винаходу поставлена задача підвищити завадостійкість електростатичного амплітудно-фазового способу неруйнівного контролю, а також підвищити чутливість даного способу за рахунок отримання результату вимірювання у вигляді зміни фазового зсуву і, окремо, зміни амплітуди вимірювального сигналу.

Поставлена задача вирішується тим, що в електростатичному амплітудно-фазовому способі неруйнівного контролю, який включає генерацію електростатичного поля шляхом подачі опорного сигналу заданої частоти на одну пару електродів, реєстрацію індукованого заряду за допомогою других вимірювальних електродів, а також перемноження опорного та вимірювального сигналів з подальшим скануванням, обробкою та візуалізацією результатів на екрані, причому сканування об'єкта контролю відбувається по двох осях, новим є те, що вимірювальний сигнал визначають як різницю вихідних сигналів двох пар вимірювальних електродів, причому опорний сигнал є ортогональним, а перемноження вимірювального сигналу з двома складовими ортогонального опорного сигналу виконується одночасно.

Спосіб може бути реалізований за допомогою пристрою, який показаний на кресленні.

Пристрій, що реалізує спосіб, містить генератор опорних ортогональних сигналів 1, одні виходи якого підключено до однієї пари збуджуючих електродів датчика 3, а також до входу опорного сигналу синхронного детектора 6, а другі виходи підключені до входу опорного сигналу синхронного детектора 7. Першу пару вимірювальних електродів датчика 3 підключено до підсилювача заряду 2, другу пару вимірювальних електродів датчика 3 підключено до підсилювача заряду 4, причому підсилювачі зарядів 2 та 4 підключено до диференційного підсилювача 5. Вихід диференційного підсилювача 5 підключено до других входів (підключених паралельно) вимірювального сигналу синхронних детекторів 6 та 7, виходи яких підключено до аналогових входів аналого-цифрових перетворювачів 8 та 9 відповідно, цифрові виходи яких підключені до блока керування та збору інформації 10, вихід якого підключено до входу комп'ютера 11, причому входи запуску аналого-цифрових перетворювачів 8 та 9 підключені також до блока керування та збору інформації 10.

Електростатичний спосіб неруйнівного контролю реалізують наступним чином. З генератора опорних ортогональних сигналів 1 на пару збуджуючих електродів датчика 3 та на входи опорного сигналу синхронного детектора 6 подається опорний сигнал $U_{оп1} = A_0 \cdot \cos \omega t$, а на входи опорного сигналу синхронного детектора 7 опорний сигнал $U_{оп2} = A_0 \cdot \sin \omega t$. Індукований заряд реєструється за допомогою двох пар вимірювальних електродів датчика 3 шляхом підключення їх до підсилювачів заряду 2 та 4. Вихідні сигнали цих підсилювачів подаються на входи диференційного підсилювача 5, на виході якого отримують вимірювальний сигнал $U_{вим} = A_{вим} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$, що дорівнює різниці сигналів з виходів підсилювачів 2 та 4. Отриманий вимірювальний сигнал $U_{вим} = A_{вим} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ подається одночасно на вимірювальні входи синхронних детекторів 6 та 7. Отримані на виходах синхронних детекторів 6 та 7 постійні складові сигналів U_{cos} , U_{sin} подаються на входи аналого-цифрових перетворювачів 8 та 9 відповідно, і будуть пропорційні проекціям вимірювального сигналу на осі X та Y умовної

системи координат: $U_{cos} \equiv U_{оп1} \cdot U_{вим} = \frac{1}{2} \cdot A_0 \cdot A_{вим} \cdot (\cos \varphi + \cos(2\omega t + \varphi))$,

$U_{sin} \equiv U_{оп2} \cdot U_{вим} = \frac{1}{2} \cdot A_0 \cdot A_{вим} \cdot (\sin \varphi(2\omega t + \varphi) - \sin \varphi)$. Отриманий код результатів вимірювання

з виходів аналого-цифрових перетворювачів 8 та 9 подається до входів блока керування та обробки інформації 10, за допомогою якого здійснюється запуск аналого-цифрових

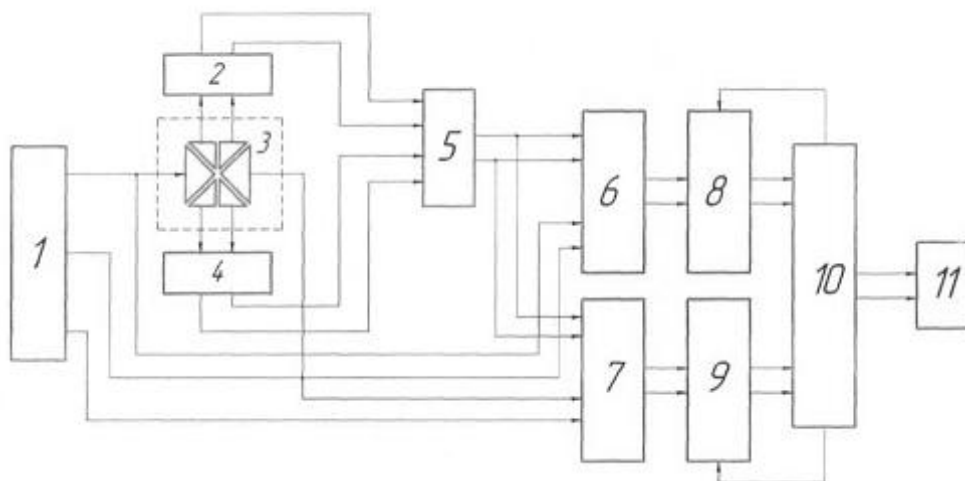
перетворювачів 8 та 9, а також відбувається подальше обчислення значення фази та амплітуди напруженості поля згідно з відповідними виразами: $\varphi = \arctg \frac{U_{\cos}}{U_{\sin}} = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi}$,

$$U_{\Sigma \text{ вих}} = \sqrt{U_{\cos}^2 + U_{\sin}^2}.$$

Запропонований електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю з використанням ортогональних опорних сигналів та цифровою обробкою сигналів, дозволяє реєструвати з великою точністю зміну не тільки фазового зсуву вимірювального сигналу (який при ортогональній обробці, як відомо, не буде залежати від зміни амплітуди вимірювального сигналу), але і зміну амплітуди вимірювального сигналу. Підвищення точності вимірювання досягається також внаслідок підвищення завадостійкості даного методу наступним чином. Значення величини заряду, що індукується в двох вимірювальних електродах датчика 3 від електричного поля дефекту буде різним, і ця різниця буде пропорційною розміру дефекту, тобто градієнту поля дефекту (якщо дефект не знаходиться посередині відстані між парами вимірювальних електродів). Джерело завади знаходиться на значній відстані від двох пар вимірювальних електродів датчика 3, тому невелика різниця відстані між електродами не впливає на амплітуду та фазу індукованого заряду від цього джерела завади в обох парах вимірювальних електродів датчика 3. Тому величина складової сигналу, що отримують від джерела завади на виході підсилювачів 2 та 4, буде однаковою, що призведе до її компенсації на виході диференційного підсилювача 5. Використання запропонованого способу неруйнівного контролю дає можливість здійснювати контроль виробів в звичайних лабораторних умовах без використання спеціальних приміщень, а також спеціальних засобів екранування. Результати проведених експериментів підтверджують, що в звичайних лабораторних умовах рівень завади від електромереж перевищує рівень корисного сигналу більш ніж на 40 дБ, що унеможливорює реалізацію відомого способу контролю при таких умовах. Використання цифрової обробки інформації в даному способі неруйнівного контролю дозволить значно спростити автоматизацію процесу контролю, дистанційну передачу, накопичення, документування та візуалізацію отриманих результатів контролю на комп'ютері. Запропонований спосіб може бути реалізований при використанні, наприклад, електропотенціальних мікросхем (EPIC) PS25255 як сенсорів електростатичного поля.

30 ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю, який включає генерацію електростатичного поля шляхом подачі опорного сигналу заданої частоти на одну пару електродів, реєстрацію індукованого заряду за допомогою других вимірювальних електродів, а також перемноження опорного та вимірювального сигналів з подальшим скануванням, обробкою та візуалізацією результатів на екрані, причому сканування об'єкта контролю відбувається по двох осях, який відрізняється тим, що вимірювальний сигнал визначають як різницю вихідних сигналів двох пар вимірювальних електродів, причому опорний сигнал є ортогональним, а перемноження вимірювального сигналу з двома складовими ортогонального опорного сигналу виконується одночасно.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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