



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60639 (13) U
(51) МПК
G01N 29/34 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЗБУДЖЕННЯ І ПРИЙОМУ УЛЬТРАЗВУКОВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ

1

2

(21) u201014242

(22) 29.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) ГОРКУНОВ БОРИС МИТРОФАНОВИЧ, ТЮПА

ІГОР ВАСИЛЬОВИЧ, ГЛЕБОВА ЛІЛІЯ ВАСИЛІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Перетворювач збудження та прийому ультра-
звукових акустичних коливань, який складається зі

збуджуючого електрода (верхньої пластини кон-
денсатора), діелектричної плівки та об'єкта кон-
тролю (нижньої пластини конденсатора), який **від-
різняється** тим, що збуджуючий електрод
виконаний у вигляді кругової пластини, а прийма-
льний електрод виконаний у вигляді плоского кіль-
ця, середній радіус якого розташований в зоні ма-
ксимальної амплітуди акустичних коливань
поверхні об'єкта контролю, яка знаходиться зі
співвідношення:

$$U_z(R) = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 U_0^2 \cos 2\omega t}{16d^2 \pi K_0} \int_0^r \int_0^{2\pi} \frac{\sin\left(\frac{\omega}{a} r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}\right) - 1 - \cos\left(\frac{\omega}{a} r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}\right)}{r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}} d\varphi dr,$$

де ω - циклічна частота збуджуючої напруги;
 U_0 - амплітуда поляризуєчої напруги;
 ε - діелектрична проникність прошарку;
 ε_0 - діелектрична проникність вакууму;
 d - відстань між електродами і поверхнею об'єкта
контролю;
 a - швидкість звуку в матеріалі об'єкта контролю;

r - радіус збуджуючого електрода;
 φ - параметр інтегрування;
 R - середній радіус приймального електрода;
 K_0 - хвильове число $K_0 = a^2 \cdot \rho$;
 ρ - щільність матеріалу об'єкта контролю.

Корисна модель належить до методів неруйні-
вного контролю і може бути використана в ультра-
звуковій дефектоскопії.

На сьогодні відомі два основні типи електрос-
татичних перетворювачів безконтактного збу-
дження і прийому ультразвукових коливань [1].
Перший - перетворювач мікрофонного типу, що
працює як конденсаторний мікрофон. Рухливий
елемент в ньому - тонка фольга, натягнута над
плоскою основою та відділена від нього дуже ма-
лим зазором. Фольга з основою утворюють кон-
денсатор. При подачі на обкладинки конденсатора
змінної електричної напруги фольга притягається
до основи. Коливання від фольги до об'єкта кон-
тролю передаються повітряним шляхом, таким чи-

ном використовується повітряно-акустичний зв'я-
зок.

В другому (конденсаторному) варіанті однією з
обкладок конденсатора слугує сам об'єкт контро-
лю. На ємнісний перетворювач подають поляри-
зуючу напругу (постійну і змінну у часі), що ство-
рює тиск на поверхню об'єкта контролю
електростатичного походження, який збуджує в
поверхневому шарі зразка пружні коливання. Після
зняття напруги ємнісний перетворювач перехо-
дить в режим прийому акустичних коливань, тобто
коливання поверхні модулюють повітряний про-
шарок між обкладинками конденсатору, що змінює
його ємність.

(13) U

(11) 60639

(19) UA

Найбільш близьким до запропонованого перетворювача в режимі збудження пружних коливань є перетворювач виконаний у вигляді круглого електрода, який разом з діелектричним прошарком притиснутий до металевого зразка силою 10 Н [2].

Найбільш близьким приймачем до запропонованого пристрою являється ємнісний приймач ультразвуку, який складається з електрода, металізованої поверхні зразка та паперової чи полімерної плівки, розташованої між ними. Приймач працює наступним чином. Повітряний конденсатор поляризований постійною напругою, що подається через великий опір. Ультразвукові імпульси змушують вібрувати поверхню об'єкта контролю і тим самим модулюють повітряний зразок. Високочастотний імпульс, що виникає на клеммах конденсатора може бути посилений та вимірний [3].

Недоліком таких перетворювачів є те, що збудження та прийом ультразвукових коливань здійснюється іншими пристроями (п'єзодатчик, лазер), а об'єднання режимів збудження та прийому по-

перше ускладнюється низькою чутливістю перетворювача, а по-друге складністю створення високої напруги електричного поля в режимі збудження.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити конденсаторний перетворювач, використання якого дозволило б забезпечити максимальну чутливість в режимі збудження та прийому.

Для вирішення поставленої задачі пропонується перетворювач збудження та прийому ультразвукових акустичних коливань, який складається зі збуджуючого електрода (верхньої пластини конденсатора), діелектричної плівки та об'єкта контролю (нижньої пластини конденсатора), який відрізняється тим, що збуджуючий електрод виконаний у вигляді кругової пластини, а прийомний електрод виконаний у вигляді плоского кільця, середній радіус якого розташований в зоні максимальної амплітуди акустичних коливань поверхні об'єкта контролю, яка знаходиться зі співвідношення:

$$U_z(R) = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 U_0^2 \cos 2\omega t}{16d^2 \pi K_0} \int_0^r \int_0^{2\pi} \frac{\sin\left(\frac{\omega}{a} r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}\right) - 1 - \cos\left(\frac{\omega}{a} r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}\right)}{r \sqrt{1 - \frac{2R}{r} \cos^2 \varphi}} d\varphi dr,$$

де ω - циклічна частота збуджуючої напруги;
 U_0 - амплітуда поляризованої напруги;
 ε - діелектрична проникність прошарку;
 ε_0 - діелектрична проникність вакууму;
 d - відстань між електродом і поверхнею об'єкта контролю;

a - швидкість звуку в матеріалі об'єкта контролю;

r - радіус збуджуючого електрода;

φ - параметр інтегрування;

R - середній радіус прийомного електрода;

$K_0 = a^2 \cdot \rho$;

ρ - щільність матеріалу об'єкта контролю.

На фіг.1 зображено зовнішній вигляд перетворювача для збудження і прийому ультразвукових акустичних хвиль, а на фіг.2 графічна залежність амплітуди U_z коливань поверхні об'єкта контролю, які розраховані за наданою формулою. На фіг.1 позначені: 1 - збуджуючий електрод, 2 - прийомний електрод, 3 - діелектричний прошарок, 4 - об'єкт контролю, 5 - генератор, 6 - вимірювач ємності.

Даний спосіб реалізується наступним чином. З генератора 5 на збуджуючий електрод 1 подається синусоїдальна напруга амплітудою U_0 та частотою ω . В поверхні об'єкта контролю 4 збуджуються акустичні коливання з заданим поверхневим розподілом, які модулюють діелектричний прошарок 3 між

об'єктом контролю 4 та прийомним електродом 2. Сигнал у вигляді змінної ємності прийомного електрода 3 подається на вимірювальний пристрій 6. Розташування прийомного електрода (відстань R) та його розміри (площа) обираються за зоною максимальної амплітуди акустичних коливань поверхні об'єкта контролю, яка розташована за зоною збуджуючого електрода.

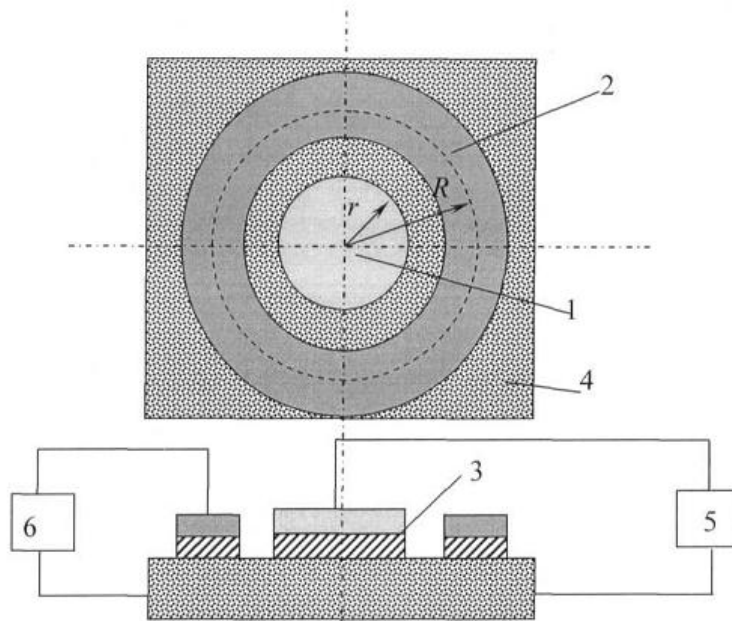
Таким чином, даний спосіб та пристрій при дотриманні заданих параметрів забезпечує максимальну чутливість ємнісного перетворювача в режимі прийому пружних акустичних коливань поверхні об'єкта контролю.

Джерела інформації:

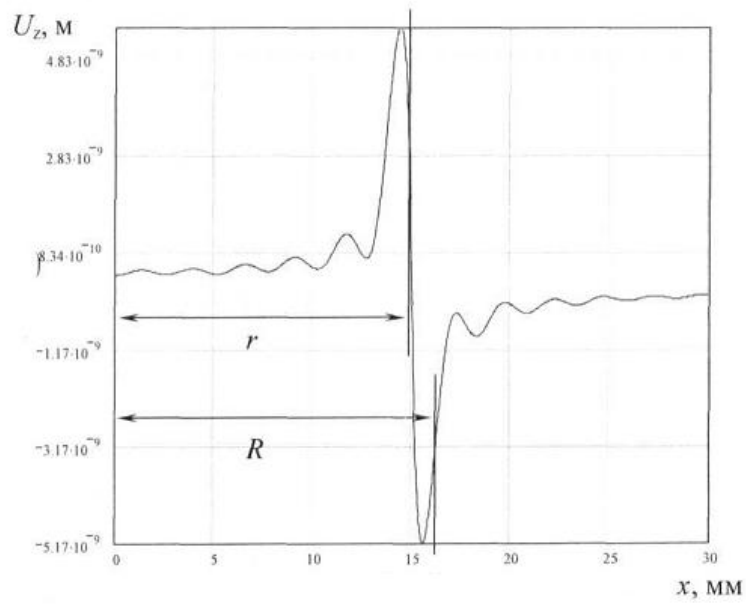
1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. - М.: Машиностроение, 2004. - 864с.

2. Дробот Ю.Б., Кондратьев А.И., Луговой В.А. Возбуждение коротких упругих импульсов емкостным методом. // Дефектоскопия. - 1983. - №3. - С.35-37.

3. Гитис М.Б., Добромислов В.М., Сажин В.В. Определение некоторых параметров датчиков ультразвуковых дефектоскопов. // Дефектоскопия. - 1971. - №1. - С.51-57.



Фіг. 1



Фіг. 2