



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105105** (13) **C2**
(51) МПК
G01N 27/90 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

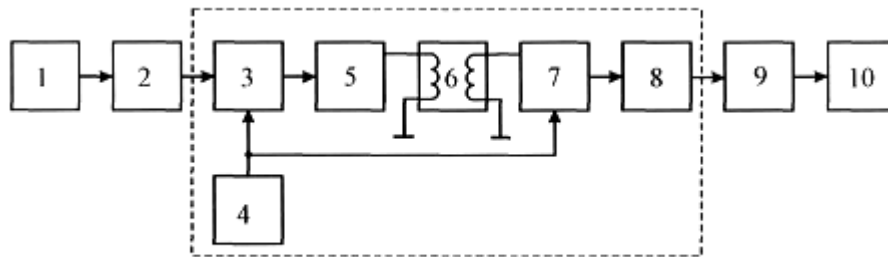
(21) Номер заявки: а 2013 01610	(72) Винахідник(и): Учанін Валентин Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 11.02.2013	(73) Власник(и): ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В. КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ, вул. Наукова, 5, м. Львів, 79601 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 69095 U, 25.04.2012 SU 1677607 A1, 15.09.1991 SU 705324 A1, 25.12.1979 RU 2231782 C1, 27.06.2004 RU 2370762 C2, 20.10.2009 UA 20130 U, 15.01.2007 GB 2019005 A, 24.10.1979 US 5172058 A, 15.12.1992 JPS 5821159 A, 07.02.1983
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.07.2013, Бюл.№ 14	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2014, Бюл.№ 7	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ІЗ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до засобів неруйнівного вихрострумowego контролю і може бути використаний, зокрема, для створення приладів високочастотного вихрострумowego контролю. Такі прилади необхідні для контролю матеріалів з низькою питомою електропровідністю. Пристрій для високочастотного вихрострумowego контролю виробів із електропровідних матеріалів, який складається із генератора сигналу частоти f_0 , вихід якого підключений до підсилювача потужності, вихрострумowego перетворювача трансформаторного типу, і схеми обробки сигналів основної частоти f_0 , вихід якої з'єднаний із блоком індикації, споряджений додатковим генератором сигналу частоти f_d , двома змішувачами сигналів і двома смуговими фільтрами. При цьому вихід основного генератора з'єднаний з входом першого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора. Вихід першого змішувача сигналів з'єднаний з першим фільтром, вихід якого з'єднаний з обмоткою збудження вихрострумowego перетворювача. Вихід вихрострумowego перетворювача з'єднаний з входом другого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора. Вихід другого змішувача сигналів з'єднаний з другим фільтром, вихід якого через схему обробки сигналів з'єднаний з блоком індикації. Запропонований пристрій дозволяє реалізувати контроль на високих частотах (вище 10 МГц).

UA 105105 C2



Винахід належить до засобів неруйнівного вихрострумowego контролю і може бути використаний, зокрема, для створення приладів високочастотного вихрострумowego контролю. Такі прилади необхідні для контролю матеріалів з низькою питомою електропровідністю, а також контролю тонких поверхневих шарів в машинобудуванні, авіації і енергетиці.

Відомий пристрій для вихрострумowego контролю, який складається з вихрострумowego перетворювача параметричного типу, включеного в робочий контур транзисторного автогенератора, джерела живлення, що підключено до виходу автогенератора через блок регенерації коливальних, і блока індикації, включеного між виходом автогенератора і виходом блока регенерації коливальних [1].

Недоліком відомого пристрою є неможливість використовувати вихрострумові перетворювачі трансформаторного типу, які характеризуються меншим впливом температури.

Відомий пристрій для вихрострумowego контролю, який складається з генератора, вихід якого через підсилювач потужності з'єднаний з вихрострумовим перетворювачем [2]. Вихід вихрострумowego перетворювача через попередній підсилювач з'єднаний із схемою обробки вихрострумowego сигналу, вихід якої з'єднаний з індикатором. Схема обробки сигналу складається з інвертора, двох ключових елементів, суматора, селективного підсилювача, фазового детектора, двох компараторів, схеми НІ, двох мультиплексорів, опорного генератора, фазообертача.

Недоліком відомого пристрою для вихрострумowego контролю є складність схеми, а також вплив ємності з'єднувального кабелю на імпеданс вхідного кола, що не дозволяє проводити контроль на високих робочих частотах. Крім того, пристрій має низьку чутливість через вплив завад, в тому числі через вплив зміни ємності з'єднувального кабелю під час сканування перетворювачем контрольованої поверхні.

Як прототип вибраний пристрій для вихрострумowego контролю електропровідних матеріалів, що складається з генератора, вихід якого через підсилювач потужності з'єднаний з обмоткою збудження вихрострумowego перетворювача. Вихід вимірювальної обмотки вихрострумowego перетворювача через попередній підсилювач з'єднаний зі схемою обробки сигналу, вихід якої з'єднаний із схемою індикації [3].

Недоліком відомого пристрою для вихрострумowego контролю є вплив ємності з'єднувального кабелю на імпеданс вхідного кола, що обмежує можливість проводити контроль на високих робочих частотах більше 10 МГц. Робочі частоти більше 10 МГц необхідні, зокрема, для вихрострумowego контролю слабопровідних матеріалів, до яких належать деякі типи кераміки або вуглецеві композити.

Задачею запропонованого пристрою є розширення функціональних можливостей пристроїв вихрострумowego контролю, збільшення чутливості і селективності контролю слабопровідних матеріалів і тонких поверхневих шарів.

Задача вирішується тим, що пристрій для високочастотного вихрострумowego контролю виробів із електропровідних матеріалів, який складається із генератора сигналу частоти f_0 , вихід якого підключений до підсилювача потужності, вихрострумowego перетворювача трансформаторного типу, і схеми обробки сигналів основної частоти f_0 , вихід якої з'єднаний із блоком індикації, споряджений додатковим генератором сигналу частоти f_d , двома змішувачами сигналів і двома смуговими фільтрами. При цьому вихід основного генератора з'єднаний з входом першого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора. Вихід першого змішувача сигналів з'єднаний з першим фільтром, вихід якого з'єднаний з обмоткою збудження вихрострумowego перетворювача. Вихід вихрострумowego перетворювача з'єднаний з входом другого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора. Вихід другого змішувача сигналів з'єднаний з другим фільтром, вихід якого через схему обробки сигналів з'єднаний з блоком індикації.

При цьому перший фільтр настроєний на сумарну частоту $f_{\Sigma} = f_0 + f_d$ основного і додаткового генераторів, а другий фільтр настроєний на частоту f_0 основного генератора f_0 .

Введені в пристрій змішувачі сигналів можуть бути виконані у вигляді помножувачів сигналів, а фільтри можуть бути виконані смуговими.

Вихрострумовий перетворювач трансформаторного типу може бути розміщений у винесеному корпусі з можливістю встановлення на об'єкт контролю, в корпусі перетворювача розміщено також додатковий генератор сигналу частоти f_d , два змішувачі сигналів і два фільтри.

На кресленні представлено схему запропонованого пристрою для високочастотного вихрострумowego контролю електропровідних матеріалів.

Пристрій для високочастотного вихрострумowego контролю виробів із електропровідних матеріалів (креслення) складається з генератора 1, підключеного через підсилювач потужності 2 до помножувача сигналів 3, на другий вхід якого підключено вихід додаткового генератора 4.

Вихід помножувача сигналів через перший смуговий фільтр 5 підключено на обмотку збудження вихрострумowego перетворювача 6. Вимірювальна обмотка вихрострумowego перетворювача 6 через другий помножувач сигналів 7 і другий смуговий фільтр 8 підключена на вхід схеми обробки сигналів 9, вихід якої підключено до блоку індикації 9. Другий вхід другого помножувача сигналів 7 підключено до виходу додаткового генератора 4. При цьому, перший смуговий фільтр 5 настроєний на сумарну частоту $f_{\Sigma}=f_0+f_d$ основного 1 і додаткового 4 генераторів, а другий смуговий фільтр 8 настроєний на частоту f_0 основного генератора 1. При цьому додатковий генератор 4, перший 3 і другий 7 помножувачі сигналів, перший 5 і другий 8 смугові фільтри розміщено безпосередньо в корпусі вихрострумowego перетворювача (обведено пунктиром).

Розглянемо роботу запропонованого пристрою для високочастотного контролю виробів із електропровідних матеріалів. Розглянемо випадок, коли необхідно провести вихрострумний контроль на робочій частоті 30 МГц. В цьому випадку вибираємо основну частоту генератора 1 рівною $f_0=5$ МГц, а частоту додаткового генератора 4 $f_d=25$ МГц.

За допомогою генератора 1 і підсилювача потужності формується синусоїдальний сигнал частотою $f_0=5$ МГц. Сигнал частотою 5 МГц через кабель (не показано) вихрострумowego пристрою подається на помножувач сигналів 3, на другий вхід якого подається синусоїдальний сигнал із додаткового генератора 4 частотою $f_0=25$ МГц. На виході помножувача сигналів 3 формується сигнал, який можна записати у вигляді виразу

$$U_3 = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \cdot A_d \cos(\omega_d t + \varphi_d) = \frac{A_0 A_d}{2} \{ \cos[(\omega_0 + \omega_d)t + \varphi_0 + \varphi_d] + \cos[(\omega_0 - \omega_d)t + \varphi_0 - \varphi_d] \}$$

де: U_3 - сигнал на виході помножувача сигналів 3; A_0 і A_d - амплітуди сигналів основного 1 і додаткового 4 генераторів відповідно; $\omega_0 = 2\pi f_0$ і $\omega_d = 2\pi f_d$ - кругові частоти сигналів основного

1 і додаткового 4 генераторів відповідно; φ_0 і φ_d - фази сигналів основного 1 і додаткового 4 генераторів відповідно. Як видно, на виході помножувача 3 маємо сигнал сумарної частоти $f_{\Sigma}=f_0+f_d$, який виділяється настроєним на цю частоту смуговим фільтром 5. Таким чином, на обмотку збудження вихрострумowego перетворювача 6 подається сигнал сумарної частоти $f_{\Sigma}=30$ МГц. Відповідно частоту 30 МГц має створене обмоткою збудження електромагнітне поле, а при установці вихрострумowego перетворювача 6 на електропровідний об'єкт контролю (не показано) в ньому індукуються вихрові струми частотою 30 МГц. Така висока (в порівнянні з традиційно використовуваними) робоча частота необхідна для того, щоб створити вихрові струми достатньої густини в матеріалах з невеликою електропровідністю. До таких матеріалів можна віднести, наприклад, вуглецеві композитні матеріали, питома електропровідність яких на 1-2 порядок менша електропровідності металевих конструкційних матеріалів, які традиційно контролюють вихрострумним методом. В процесі контролю на виході вихрострумowego перетворювача 6 створюється сигнал відгуку на частоті 30 МГц, амплітуда і фаза якого несе в собі інформацію про електрофізичні характеристики об'єкта контролю та інформацію про наявність порушень суцільності (дефекти). Вихідний сигнал на частоті 30 МГц надходить на вхід другого помножувача 7, на другий вхід якого надходить сигнал від додаткового генератора 4 частотою 25 МГц. На виході другого помножувача 7 формуються сигнали сумарної і різницевої частоти сигналів, що надходять на його входи, тобто 5 МГц і 55 МГц. За допомогою фільтра 8 виділяємо сигнал частотою 5 МГц, який через схему обробки сигналів 9 надходить на блок індикації 10. Амплітуда і фаза цього сигналу залежить від амплітуди і фази вихідного сигналу вихрострумowego перетворювача, тобто несе інформацію про стан об'єкта контролю. Високочастотна частина пристрою знаходиться безпосередньо в корпусі разом з винесеним вихрострумним перетворювачем. Таким чином, параметри лінії, що з'єднують перетворювач 3 елементами схеми, практично не впливають на чутливість вихрострумowego перетворювача навіть на високих частотах.

Запропонований пристрій для високочастотного вихрострумowego контролю електропровідних матеріалів дозволяє реалізувати контроль на високих частотах (вище 10 МГц), який не можна реалізувати за допомогою відомих схем. Це дозволить проводити вихрострумний контроль слабо провідних матеріалів, наприклад вуглецевих композиційних матеріалів. Крім того, запропонований пристрій за рахунок впливу скін-ефекту може бути використаний для вихрострумowego селективного контролю тонких поверхневих шарів конструкційних матеріалів, зокрема для виявлення газонасичених шарів титанових сплавів або виявлення шліфувальних пошкоджень. Такі структурні зміни формуються в тонкому шарі до 20...30 мкм і не можуть бути виявлені відовими пристроями на традиційних робочих частотах до 10 МГц.

Джерела інформації:

1. Пат. 39207 України, G 01N 27/00. Вихрострумовий дефектоскоп / В.М. Учанин, В.В. Черленевський (Україна). - № u200811903; Заявл. 07.10.2008; Опубл. 10.02.2009, Бюл. № 3. - 4 с.

5 2. Авт. свід. № 1322136 СССР, МКИ G01N27/90. Устройство для вихретокового контроля / А.Я. Тетерко, В.Н. Зыбов, В.Н. Учанин, В.П. Бодунов (СССР). - № 1322136; Заявл. 03.04.86; Опубл. 07.07.87, Бюл. № 25. - 3 с.

10 3. Пат. № 69140 України, МПК G01N27/90. Пристрій для вихрострумового контролю електропровідних матеріалів / В.М. Учанин, А.Я. Тетерко (Україна). - № u201110535; Заявл. 31.08.11; Опубл. 25.04.12, Бюл. № 8. - 4 с.

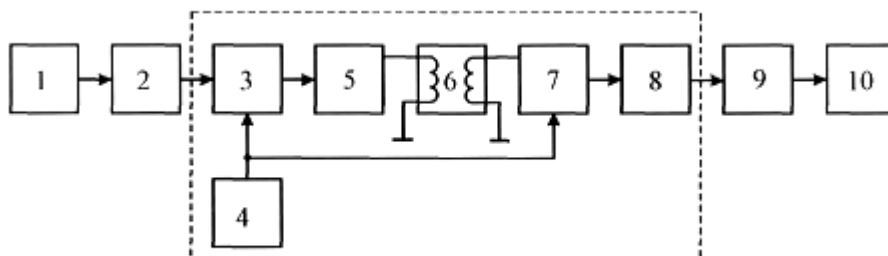
ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Пристрій для високочастотного вихрострумового контролю виробів із електропровідних матеріалів, який складається із генератора сигналу частоти f_o , вихід якого підключений до підсилювача потужності, вихрострумового перетворювача трансформаторного типу, схеми обробки сигналів основної частоти f_o , вихід якої з'єднаний із блоком індикації, який відрізняється тим, що пристрій споряджений додатковим генератором сигналу частоти f_Δ , двома змішувачами сигналів і двома фільтрами, вихід основного генератора з'єднаний з входом першого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора, вихід першого змішувача сигналів з'єднаний з першим фільтром, вихід якого з'єднаний з обмоткою збудження вихрострумового перетворювача, вихід вихрострумового перетворювача з'єднаний з входом другого змішувача сигналів, другий вхід якого з'єднаний з виходом додаткового генератора, вихід другого змішувача сигналів з'єднаний з другим фільтром, вихід якого через схему обробки сигналів з'єднаний з блоком індикації.

2. Пристрій за п. 1, в якому перший фільтр настроєний на сумарну частоту $f_\Sigma = f_o + f_\Delta$, основного і додаткового генераторів, а другий фільтр настроєний на частоту f_o основного генератора.

3. Пристрій за п. 1, в якому змішувачі сигналів виконані у вигляді помножувачів сигналів, а фільтри виконані смуговими.

30 4. Пристрій за п. 1, в якому вихрострумовий перетворювач розміщений в винесеному корпусі з можливістю встановлення на об'єкт контролю, в корпусі перетворювача розміщено також додатковий генератор сигналу частоти f_Δ , два змішувачі сигналів і два фільтри.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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

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