

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13918

(13) С1

(46) 2010.12.30

(51) МПК (2009)

G 01N 27/72

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ТОЛЩИНЫ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА, А ТАКЖЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ В НЕМ**

(21) Номер заявки: а 20081249

(22) 2008.10.03

(43) 2010.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Павлюченко Владимир Васильевич; Дорошевич Елена Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 796750, 1980.

ВУ 9872 С1, 2007.

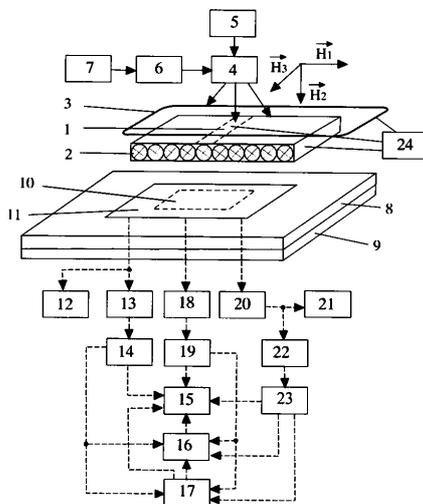
ВУ 6434 С1, 2004.

RU 2006850 С1, 1994.

JP 8062185 А, 1996.

(57)

1. Устройство для контроля электропроводности и толщины изделия из электропроводящего материала, а также параметров дефектов в нем, содержащее источник первичного магнитного поля с блоком питания, магнитный носитель, связанное с ним первое считывающее устройство с блоком синхронизации и генераторами строчной и кадровой разверток, связанное с измерительным прибором и с первым видеоусилителем, второе считывающее устройство, выполненное в виде укрепленных на жесткой основе и последовательно установленных источника света, поляризатора, магнитооптической пленки на прозрачной для видимого света подложке с зеркалом, анализатора, объектива и преобразователя оптического изображения в электрический сигнал, содержащего генераторы строчных и кадровых разверток и управляемый синхрогенератор, третье считывающее



Фиг. 1

ВУ 13918 С1 2010.12.30

BY 13918 C1 2010.12.30

устройство, выполненное в виде датчиков Холла, соединенных с измерительным прибором и усилителем электрического сигнала, соединенного со вторым видеоусилителем, а также набор электропроводящих матриц контроля для размещения контролируемого изделия, выполненных длиной и шириной не менее $2 \cdot 10^{-2}$ м и установленных с возможностью перемещения относительно источника первичного магнитного поля и датчиков Холла, при этом оба видеоусилителя и преобразователь оптического изображения в электрический сигнал соединены с блоком памяти, компьютером и телевизионным индикатором, снабженным блоком синхронизации и генераторами строчной и кадровой разверток.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что матрицы контроля выполнены из материала с удельной электропроводностью не менее $4 \cdot 10^7$ 1/Ом·м в виде сплошных листов или листов с пустотелыми участками, каждая с разной толщиной и со съемной подложкой из немагнитного непроводящего материала, выполненной с возможностью регулировки ее положения относительно нижней и верхней поверхностей матрицы, а датчики Холла установлены так, чтобы во время измерения располагаться с обеих сторон матрицы.

3. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что источник первичного магнитного поля содержит блок тиристоров с формирующими L-C-R цепочками и излучателем магнитного поля, а также систему их коммутации, и блок управления с процессором.

4. Устройство по п. 3, **отличающееся** тем, что излучатель источника первичного магнитного поля выполнен в виде системы из линейного токопровода, набора линейных токопроводов и кольцевого соленоида с регулируемыми положениями и ориентацией в пространстве.

5. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что содержит прибор для измерения параметров импульсов тока источника первичного магнитного поля с визуальным экраном с послесвечением.

6. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что датчики Холла снабжены светодиодами.

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и может быть использовано для контроля качества электропроводящих материалов.

Известно устройство контроля дефектов в тонких магнитных пленках [1], содержащее магнитную систему с магнитооптической пленкой, микроскоп с поляризатором, анализатором и осветителем, передающую телевизионную камеру, видеоконтрольный блок, формирователь импульсов от доменов и самописец. Это устройство может быть применено для контроля качества магнитных и электропроводящих изделий, но не обеспечивает надежность контроля, так как не позволяет разрешать свойства изделий по глубине. Кроме того, оно не позволяет контролировать свойства изделий из диа- и парамагнитных материалов.

Прототипом предлагаемого изобретения является дефектоскоп [2], содержащий намагничивающее устройство с источником постоянного тока для питания намагничивающего устройства, считывающее устройство с блоком синхронизации, видеоусилителем, генераторами строчной и кадровой разверток, индикатор с видеоусилителем, кинескопом, генераторами строчной и кадровой разверток и блоком синхронизации. Этот дефектоскоп может быть применен для контроля качества магнитных и электропроводящих изделий. Однако он не обеспечивает достаточную надежность контроля, так как не позволяет разрешать электрические и магнитные свойства изделий по глубине и параметры дефектов в них.

Задачей изобретения является повышение надежности контроля изделий из магнитных и электропроводящих материалов на наличие в них внутренних дефектов, а также контроля их электрических и магнитных свойств.

BY 13918 C1 2010.12.30

Поставленная задача достигается тем, что устройство для контроля электропроводности и толщины изделия из электропроводящего материала, а также параметров дефектов в нем, содержащее источник первичного магнитного поля с блоком питания, магнитный носитель, связанное с ним первое считывающее устройство с блоком синхронизации и генераторами строчной и кадровой разверток, связанное с измерительным прибором и с первым видеоусилителем, второе считывающее устройство, выполненное в виде укрепленных на жесткой основе и последовательно установленных источника света, поляризатора, магнитооптической пленки на прозрачной для видимого света подложке с зеркалом, анализатора, объектива и преобразователя оптического изображения в электрический сигнал, содержащего генераторы строчных и кадровых разверток и управляемый синхрогенератор, третье считывающее устройство, выполненное в виде датчиков Холла, соединенных с измерительным прибором и усилителем электрического сигнала, соединенного со вторым видеоусилителем, а также набор электропроводящих матриц контроля для размещения контролируемого изделия, выполненных длиной и шириной не менее $2 \cdot 10^{-2}$ м и установленных с возможностью перемещения относительно источника первичного магнитного поля и датчиков Холла, при этом оба видеоусилителя и преобразователь оптического изображения в электрический сигнал соединены с блоком памяти, компьютером и телевизионным индикатором, снабженным блоком синхронизации и генераторами строчной и кадровой разверток. Матрицы контроля выполнены из материала с удельной электропроводностью не менее $4 \cdot 10^7$ 1/Ом·м в виде сплошных листов или листов с пустотелыми участками, каждая с разной толщиной и со съемной подложкой из немагнитного непроводящего материала, выполненной с возможностью регулировки ее положения относительно нижней и верхней поверхностей матрицы, а датчики Холла установлены так, чтобы во время измерения располагаться с обеих сторон матрицы. Источник первичного магнитного поля содержит блок тиристоров с формирующими L-C-R цепочками и излучателем магнитного поля, а также систему их коммутации, и блок управления с процессором. Излучатель источника первичного магнитного поля выполнен в виде системы из линейного токопровода, набора линейных токопроводов и кольцевого соленоида с регулируемыми положениями и ориентацией в пространстве. Устройство для контроля электропроводности и толщины изделия из электропроводящего материала, а также параметров дефектов в нем содержит прибор для измерения параметров импульсов тока источника первичного магнитного поля с визуальным экраном с послесвечением. Датчики Холла снабжены светодиодами.

Сущность изобретения поясняется чертежами на фиг. 1, где изображена принципиальная схема устройства контроля, на фиг. 2, где показаны вид сверху и вид сбоку матрицы из электропроводящего материала с прокладками и подложкой, на фиг. 3, где изображены зависимости величины напряжения, снимаемого с датчика Холла от времени и на фиг. 4, где показаны зависимости величины напряжения, снимаемого с индукционной магнитной головки.

Устройство (фиг. 1) содержит источники магнитного поля 1, 2 и 3 с блоками тиристоров с формирующими линиями 4, блоком питания 5, блоком управления 6 и процессором 7. Устройство содержит также матрицу 8 из электропроводящего материала, жестко укрепленную на тонкой диэлектрической подложке 9, с контролируемым изделием 10, на котором установлены датчики магнитного поля 11 в виде набора матриц датчиков Холла, магнитооптической пленки и магнитного носителя. Такие же датчики установлены под контролируемым материалом (не показаны на чертеже) со стороны подложки. На фиг. 1 схематически показаны подключенные к выходам датчиков Холла измерительное устройство 12 и усилитель электрического сигнала 13, выход которого подключен к входу видеоусилителя 14 с синхрогенератором и блоком строчной и кадровой разверток. Выход видеоусилителя соединен со входами телевизионного индикатора 15 (монитора), блока памяти 16 и процессора 17 с монитором и клавиатурой. Устройство содержит оптическую

ВУ 13918 С1 2010.12.30

систему 18 для считывания информации с магнитооптической пленки, состоящую из источника света, поляризатора, магнитооптической пленки с зеркалом, анализатора и объектива, а также сопряженный с объективом преобразователь оптического изображения в электрический сигнал 19, содержащий генераторы строчной и кадровой разверток и управляемый синхрогенератор. Выходы преобразователя 19 подключены ко входам телевизионного индикатора 15, блока памяти 16 и процессора 17. Устройство содержит считывающее устройство 20 информации с магнитного носителя 11, подключенное ко входам измерительного прибора 21, например осциллографа, а также предварительный усилитель электрического сигнала 22, и видеоусилитель 23, причем выход считывающего устройства 20 подключен ко входу видеоусилителя 23, а выходы видеоусилителя 23 подключены ко входам телевизионного индикатора 15, блока памяти 16 и процессора 17. Считывающее устройство выполнено, например, в виде вращающихся индукционных магнитных головок. Устройство содержит прибор для измерения параметров импульсов тока первичных источников магнитного поля 24 с визуальным экраном, например осциллограф с послесвечением. Процессоры 7 и 17 могут быть объединены конструктивно.

На фиг. 2 показана матрица 8 с подложкой 9 и контролируемым изделием 10 с видами сверху и сбоку. Подложка 9 содержит немагнитные электропроводящие прокладки 25 и 26, с помощью которых устанавливают уровни поверхности изделия 10 относительно уровней верхней и нижней поверхности матрицы 8. Количество прокладок 24 и 25 может быть разным. Через x_1 , x_2 , y_1 , y_2 обозначены расстояния от границ контролируемого изделия до внешних границ матрицы, т.е. ширина матрицы с разных сторон. На основании экспериментальных данных установлено, что влияние границ контролируемых изделий на результаты контроля является несущественным при ширине матрицы с каждой стороны $2 \cdot 10^{-2}$ м и более.

Устройство работает следующим образом. Помещают изделие 10 в матрицу 8. С помощью прокладок 25 и 26 устанавливают верхнюю плоскость изделия 10 на одном уровне с верхней поверхностью матрицы 8. Воздействуют на изделие 10 с матрицей 8 и матрицей датчиков Холла 11 импульсным магнитным полем излучателя 1 в виде линейного токопровода. Параметры импульса поля задают и формируют с помощью блока тиристоров 4 с формирующими L-C-R цепочками, блока питания 5, блока управления 6 с ручной коммутацией цепей включения блока тиристоров 4, а также процессора 7, с помощью которого рассчитывают параметры цепей первичного источника поля (излучателя) 1: величины индуктивностей L, емкостей C, сопротивлений R, а также величину напряжения U заряда емкостей блока тиристоров 4. В процессе распространения поля источника 1 в изделие считывают информацию с датчиков Холла 11 и получают распределения величины снимаемого с них напряжения U от времени t над всеми точками поверхности изделия 10, чего добиваются путем перемещения матрицы 8 с изделием 10 относительно излучателя 1 и матрицы датчиков Холла 11. По распределению напряжения U на поверхности изделия 10 в сравнении с распределениями для эталонных изделий определяют распределения удельной электропроводности σ в изделии, его толщину d и параметры дефектов. При этом получают зависимости $U = U(t)$ для разных точек поверхности изделия на экране измерительного устройства с послесвечением 12 и на экране телевизионного индикатора 15 с усилением сигнала в усилителе 13 и формированием видеосигнала в видеоусилителе 14 с записью информации в блок памяти 16 и ее анализом в процессоре компьютера 17. При этом на телевизионном индикаторе 15 распределение $U = U(t)$ соответствует распределениям яркостного сигнала или сигнала цветности. Распределение $U = U(t)$ соответствует распределениям $H = H(t)$ по точкам поверхности изделия 10 с учетом чувствительности датчика Холла 11. На фиг. 1 показаны направления магнитных полей \vec{H}_1 , \vec{H}_2 , \vec{H}_3 , создаваемых источниками поля 1, 2 и 3.

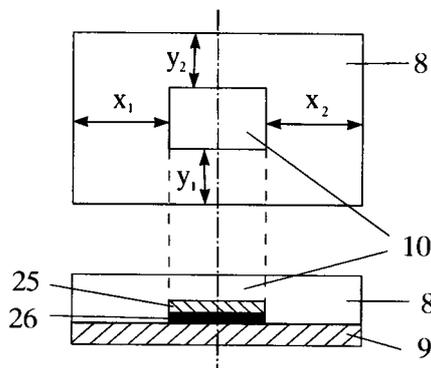
Применение предлагаемого устройства иллюстрируется графиками на фиг. 3 и фиг. 4. На фиг. 3 показаны зависимости величины напряжения U, снимаемого с датчика Холла, от

ВУ 13918 С1 2010.12.30

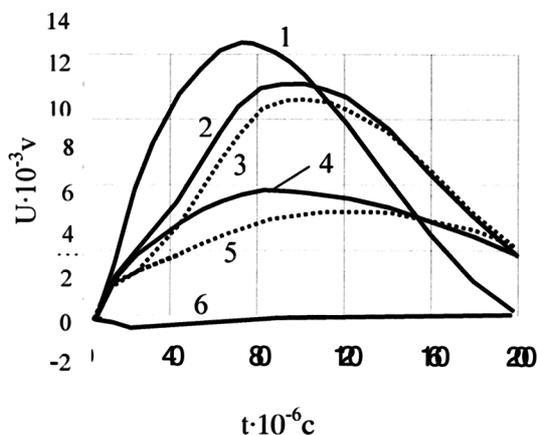
времени t : 1 - в отсутствие контролируемого изделия, 2 и 3 - под пластиной из свинца толщиной $d = 3,0 \cdot 10^{-3}$ м соответственно без матрицы и в матрице, 4 и 5 - под пластиной из алюминия толщиной $d = 3,0 \cdot 10^{-3}$ м соответственно без матрицы и в матрице, а также зависимость 6 $U = U(t)$, не содержащая полезный сигнал. Матрицей является пластина из алюминия толщиной $d = 3,0 \cdot 10^{-3}$ с пустотелым участком, границы которого совпадают с краями контролируемого изделия. Излучатель магнитного поля - линейный токопровод, расположенный над изделием и матрицей. Датчик установлен под изделием (под проекцией оси токопровода на поверхность изделия). Разность напряжений U зависимостей (1-5) и зависимости 6 прямопропорциональна величине тангенциальной составляющей H_t магнитного поля. Зависимость 1 соответствует изменению величины тока токопровода. На фиг. 4 показаны: 1 - зависимость величины напряжения U , снимаемого с индукционной магнитной головки, от времени t при сканировании ею магнитного носителя, на котором записано магнитное поле дефекта, 2 и 3 - импульсы напряжения от краев магнитного носителя, 4 - зависимость в отсутствие дефекта. Центральный пик зависимости 1 обусловлен полем искусственного внутреннего дефекта диаметром $d = 3,0 \cdot 10^{-3}$ м и высотой $0,8 \cdot 10^{-3}$ м в средней части пластины толщиной $2,4 \cdot 10^{-3}$ м. Глубина залегания дефекта $(0,8-1,6) \cdot 10^{-3}$ м. Импульсы магнитного поля - полуволна со временем нарастания $t_{\max} = 60 \cdot 10^{-6}$ с.

Источники информации:

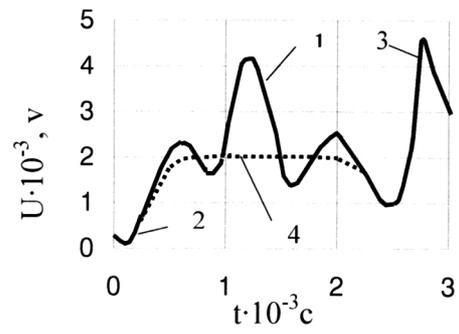
1. А.с. СССР 832443 МПК G01N 27/88, 1981.
2. А.с. СССР 796750 МПК G01N 27/84, 1981 (прототип).



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4