



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01R 33/14 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020113875, 03.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.04.2020

Дата регистрации:
02.12.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.04.2020

(45) Опубликовано: 02.12.2020 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50,
стр. 38, ИФ СО РАН, отдел патентной и
изобретательской работы

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Клешнина Софья Андреевна (RU),
Боев Никита Михайлович (RU),
Изотов Андрей Викторович (RU),
Горчаковский Александр Антонович (RU),
Шабанов Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Федеральный
исследовательский центр "Красноярский
научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук" (ФИЦ КНЦ СО
РАН, КНЦ СО РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 386357 A1, 14.06.1973. SU 386355
A1, 14.06.1973. SU 1320782 A1, 30.06.1987. RU
183446 U1, 24.09.2018. US 4816761 A1, 28.03.1989.

(54) Устройство регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок

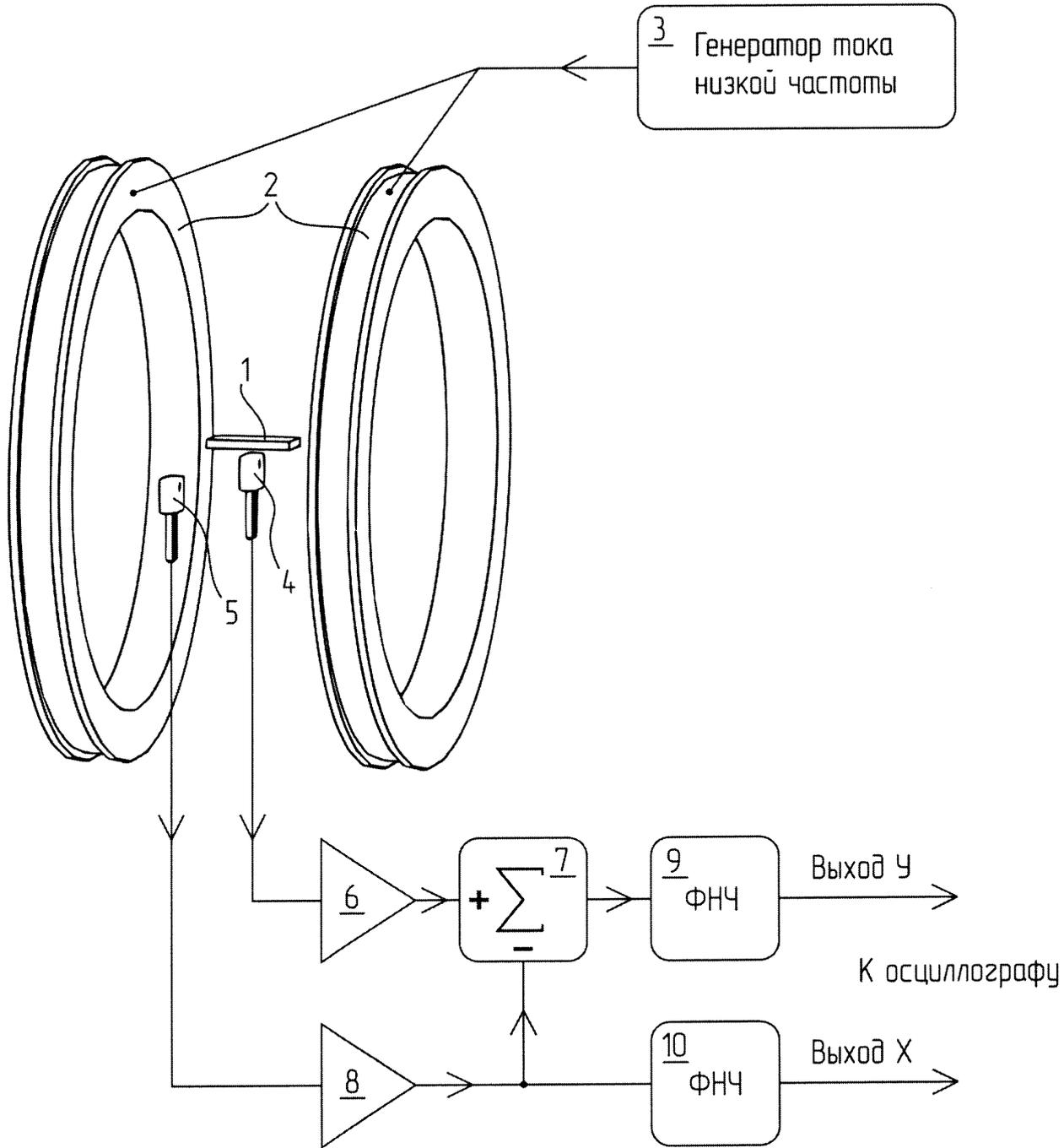
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для исследования зависимостей магнитного момента образцов тонких магнитных пленок от приложенного к ним поля. Устройство содержит магнитную систему, создающую переменное перемещающее магнитное поле, осциллограф, предназначенный для наблюдения и регистрации петель гистерезиса, при этом чувствительным элементом устройства является первый датчик Холла, размещаемый в центре магнитной системы таким образом, что его ось максимальной чувствительности направлена

параллельно линиям перемещающего магнитного поля, а сверху над ним размещают исследуемый образец, при этом для измерения величины перемещающего магнитного поля используют второй датчик Холла, установленный вдали от исследуемого образца, а выходной сигнал, подаваемый на канал Y осциллографа, получают путем вычитания из сигнала первого датчика Холла сигнала второго датчика Холла, одновременно с этим на канал X осциллографа подают сигнал с выхода второго датчика Холла. Техническим результатом заявленного решения является упрощение устройства. 3 ил.

RU 2 737 677 C1

RU 2 737 677 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01R 33/14 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020113875, 03.04.2020**

(24) Effective date for property rights:
03.04.2020

Registration date:
02.12.2020

Priority:

(22) Date of filing: **03.04.2020**

(45) Date of publication: **02.12.2020** Bull. № 34

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50,
str. 38, IF SO RAN, otdel patentnoj i
izobretatelskoj raboty**

(72) Inventor(s):

**Belyaev Boris Afanasevich (RU),
Kleshnina Sofya Andreevna (RU),
Boev Nikita Mikhajlovich (RU),
Izotov Andrej Viktorovich (RU),
Gorchakovskij Aleksandr Antonovich (RU),
Shabanov Dmitrij Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyj
issledovatel'skij tsentr "Krasnojarskij nauchnyj
tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii
nauk" (FITS KNTS SO RAN, KNTS SO RAN)
(RU)**

(54) **DEVICE FOR DETECTING HYSTERESIS LOOPS OF THIN MAGNETIC FILMS**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to measurement equipment and is intended for investigation of magnetic moment dependence of samples of thin magnetic films from field applied thereto. Device comprises a magnetic system which generates a reverse magnetization magnetic field, an oscilloscope for monitoring and recording hysteresis loops, wherein the sensitive element of the device is a first Hall sensor placed in the center of the magnetic system such that its axis of maximum sensitivity is directed parallel to the lines of the reverse magnetization magnetic field, and on top of

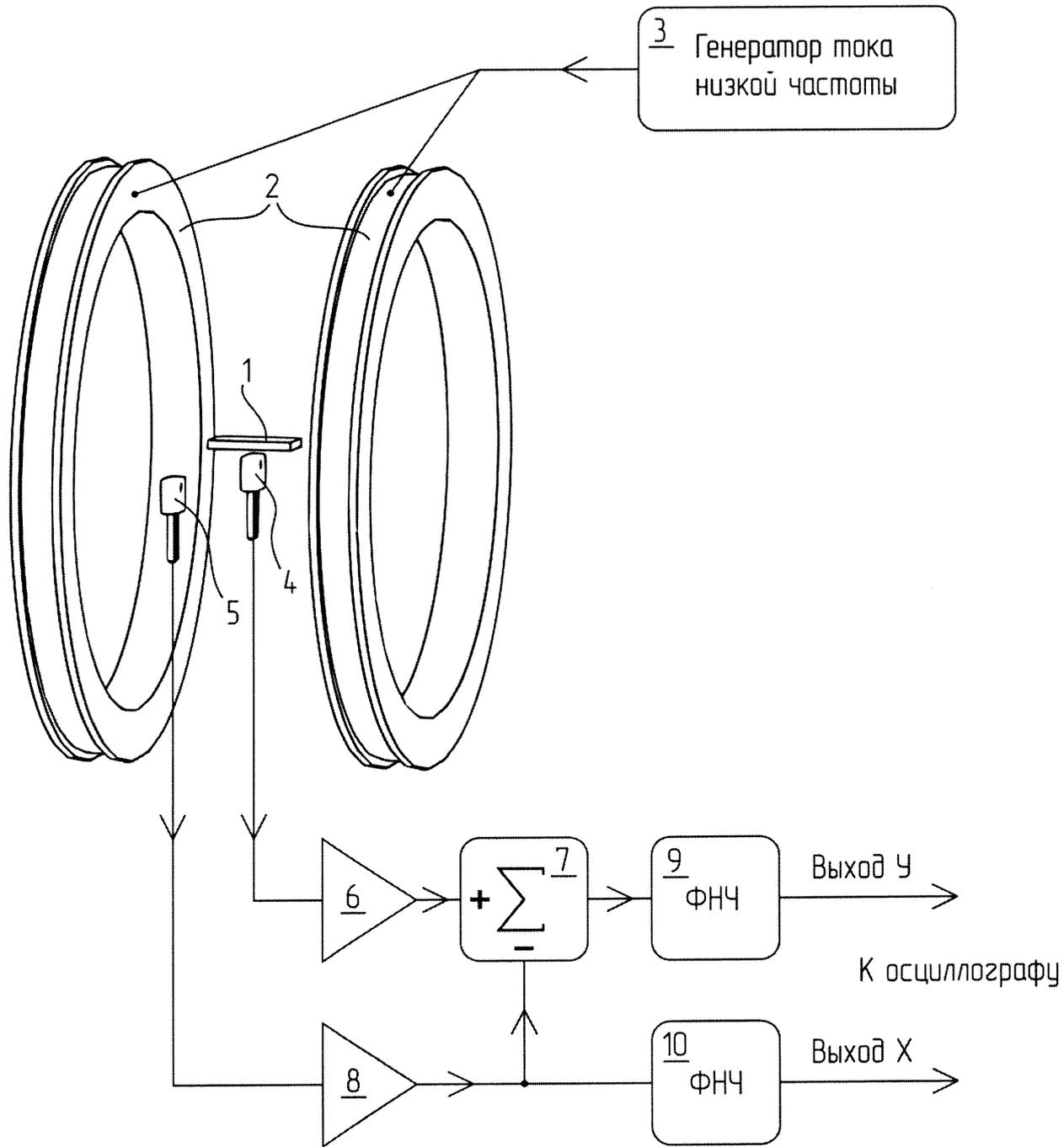
which the analyzed sample is placed, wherein to measure the reverse magnetization magnetic field value, a second Hall sensor is used, which is installed far from the analyzed sample, and the output signal supplied to the oscilloscope channel Y is obtained by subtracting the signal from the second Hall sensor from the signal of the first Hall sensor, at the same time, a signal from the output of the second Hall sensor is transmitted to the channel X of the oscilloscope.

EFFECT: device simplification.

1 cl, 3 dwg

RU 2 737 677 C1

RU 2 737 677 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для наблюдения и регистрации зависимостей магнитного момента образцов тонких магнитных пленок от приложенного к ним магнитного поля.

Известен метод регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок (петлескоп) [Суку, Р. Магнитные тонкие пленки. - М.: Мир, 1967, стр. 205]. Петлескоп позволяет с помощью измерения зависимости намагниченности тонкопленочного образца от приложенного к нему внешнего магнитного поля определять такие важные его магнитные характеристики, как намагниченность насыщения, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, поле магнитной анизотропии. Устройство содержит намагничивающие катушки, внутри которых размещают исследуемый образец тонкой магнитной пленки. Вблизи исследуемого образца расположена катушка чувствительного элемента, а вдали от образца находится компенсационная катушка. Намагничивающие образец катушки подключены к генератору звуковой частоты через усилитель мощности и токоизмерительное сопротивление. Катушка чувствительного элемента и компенсационная катушка включены встречно и подключены ко входу интегратора. Выход интегратора подключен ко входу Y осциллографа, а выход сигнала с токоизмерительного сопротивления - ко входу X осциллографа. Петлю гистерезиса наблюдают на экране осциллографа, определяя по ней магнитные характеристики исследуемого образца.

Наиболее близким аналогом по совокупности существенных признаков является устройство для измерения магнитных свойств тонких ферромагнитных образцов [Авт. св-во СССР, №386357, МПК G01R 33/14, опубл. 14.06.1973, бюл. №26 (прототип)]. Исследуемый образец тонкой магнитной пленки размещается в устройстве внутри магнитной системы, формирующей переменное перемагничивающее магнитное поле. Рядом с исследуемым образцом размещена измерительная обмотка, подключенная к предварительному усилителю. Выход предварительного усилителя подключен к интегратору. В результате перемагничивания исследуемого образца на выходе измерительной обмотки формируется э.д.с., являющаяся сигналом перемагничивания, который усиливается и интегрируется. Кривая петли гистерезиса наблюдается на экране осциллографа, на вход X которого подается сигнал от магнитной системы, формирующей перемагничивающее магнитное поле, а на вход Y подается сигнал с выхода интегратора.

Общим недостатком известной конструкции петлескопа и устройства-прототипа является высокая сложность изготовления устройств, что обусловлено следующими причинами: необходимостью намотки малогабаритных и многovitковых измерительных катушек (обмоток); необходимостью создания цепей интегрирования сигнала; необходимостью создания дополнительных цепей измерения тока в магнитной системе, формирующей переменное перемагничивающее магнитное поле.

Техническим результатом заявленного технического решения является упрощение устройства.

Заявляемый технический результат достигается тем, что в устройстве регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок, содержащем магнитную систему, создающую переменное перемагничивающее магнитное поле, осциллограф, предназначенный для наблюдения и регистрации петель гистерезиса, новым является то, что чувствительным элементом устройства является первый датчик Холла, размещаемый в центре магнитной системы таким образом, что его ось максимальной чувствительности направлена параллельно линиям перемагничивающего магнитного поля, а сверху над ним размещают исследуемый образец, при этом для измерения

величины перемещающего магнитного поля используют второй датчик Холла, установленный вдали от исследуемого образца, а выходной сигнал, подаваемый на канал Y осциллографа, получают путем вычитания из сигнала первого датчика Холла сигнала второго датчика Холла, одновременно с этим на канал X осциллографа подают сигнал с выхода второго датчика Холла.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается тем, что в качестве чувствительного элемента используется датчик Холла, располагаемый в центре магнитной системы, под исследуемым образцом. Существенным отличием является то, что использование датчика Холла не требует использования цепей интегрирования сигнала. Другим отличием является то, что перемещающее магнитное поле может быть создано любой сторонней магнитной системой, так как величина перемещающего поля измеряется встроенным в устройство дополнительным датчиком Холла.

Таким образом, перечисленные выше отличительные от прототипа признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

Признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлены в других технических решениях и, следовательно, обеспечивают заявляемому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Данное изобретение поясняется чертежами. На фиг. 1 изображена функциональная схема устройства. На фиг. 2 показана конструкция устройства. На фиг. 3 приведен чертеж с разнесенными частями устройства без перемещающей системы колец Гельмгольца.

Исследуемый образец тонкой магнитной пленки (1) (фиг. 1) размещается в центре колец Гельмгольца (2), подключенных к выходу генератора (3) тока низкой частоты. Под образцом (1) на минимальном расстоянии размещен чувствительный элемент - датчик Холла (4), причем его ось максимальной чувствительности направлена параллельно оси колец Гельмгольца (2) и параллельно плоскости образца (1). В стороне от датчика Холла (4) (чувствительного элемента) и от исследуемого образца (1) расположен дополнительный датчик Холла (5), предназначенный для измерения величины перемещающего поля, создаваемого кольцами Гельмгольца (2). Ось максимальной чувствительности датчика Холла (5) параллельна оси колец Гельмгольца (2). Выход датчика Холла (4) (чувствительного элемента) подключен ко входу усилителя (6), выход которого соединен с неинвертирующим входом сумматора (7). Выход датчика Холла (5) подключен ко входу усилителя (8), выход которого соединен с инвертирующим входом сумматора (7). Выход сумматора (7) подключен к фильтру нижних частот (9), который, в свою очередь, подключен к каналу Y осциллографа или регистратора. Выход усилителя (8) также подключен ко входу фильтра нижних частот (10), выход которого подключен ко входу X осциллографа или регистратора.

Для обеспечения возможности вращения исследуемого образца (1) его размещают на вращающемся столике (11) (фиг. 2), закрепленном на пластине (12), являющейся крышкой корпуса (13). Внутри корпуса (13) (фиг. 3) размещена печатная плата (14) с радиоэлементами, в том числе на печатной плате (14) закреплены датчик Холла (4) чувствительного элемента и дополнительный датчик Холла (5), предназначенный для измерения величины перемещающего поля. Важно отметить, что датчик Холла (4) (чувствительный элемент) размещен таким образом, чтобы минимизировать расстояние между ним и исследуемым образцом.

Устройство работает следующим образом (фиг. 1). Сигнал с генератора (3) тока

низкой частоты поступает на кольца Гельмгольца (2), создающие переменное переманчивающее исследуемый образец (1) магнитное поле. На выходе датчика Холла (4) (чувствительного элемента), расположенного под исследуемым образцом (1), присутствует сумма сигналов от поля рассеяния ферромагнитного тонкопленочного образца (1) и от переманчивающего магнитного поля, создаваемого кольцами Гельмгольца (2). На выходе дополнительного датчика Холла (5) присутствует сигнал только от переманчивающего поля колец Гельмгольца (2), так как датчик Холла (5) расположен вдали от исследуемого образца (1). Сигнал с датчика Холла (4) (чувствительного элемента) поступает через усилитель (6) на неинвертирующий вход сумматора (7), а сигнал с дополнительного датчика Холла (5) поступает через усилитель (8) на инвертирующий вход сумматора (7). Таким образом, на сумматоре (7) происходит компенсация сигнала переманчивающего магнитного поля, присутствующего на выходе датчика Холла (4) (чувствительного элемента) даже в отсутствии образца. Далее с выхода сумматора (7) сигнал поступает на фильтр нижних частот (9) и на выход устройства - к каналу Y осциллографа или регистратора. Сигнал, пропорциональный величине переманчивающего магнитного поля с выхода усилителя (8) подается на фильтр нижних частот (10), с выхода которого поступает к каналу X осциллографа или регистратора. Петлю гистерезиса исследуемого образца (1) тонкой магнитной пленки наблюдают на экране осциллографа или записывают с использованием цифрового регистратора. Исследуемый образец тонкой магнитной пленки (1) (фиг. 2) вращают на столике (11) и фиксируют угловые зависимости параметров петли гистерезиса.

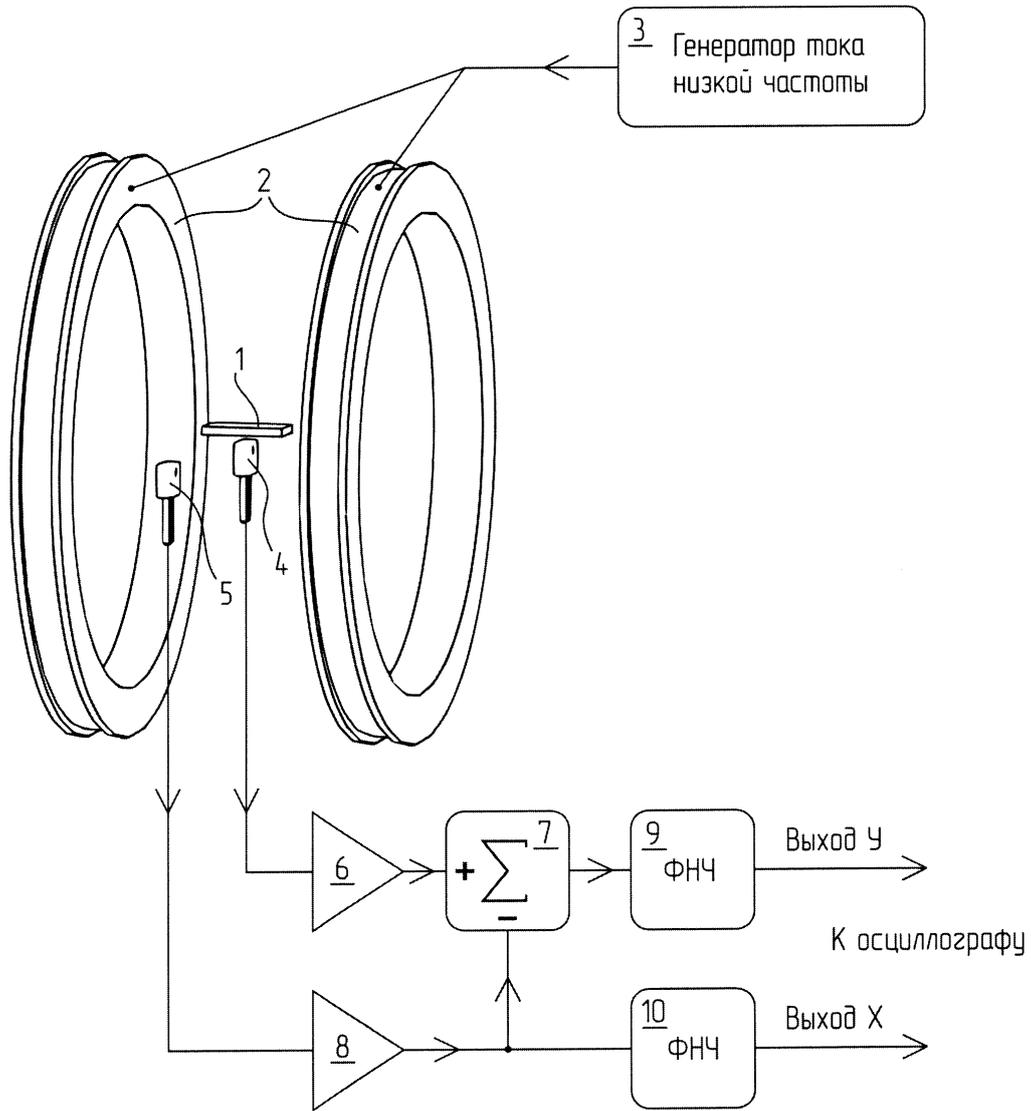
Экспериментальные исследования заявляемого устройства регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок показали, что устройство значительно проще в изготовлении в сравнении с известными конструкциями и устройством-прототипом по следующим причинам: отсутствует необходимость в изготовлении малогабаритных многовитковых катушек чувствительных элементов; отсутствует блок интегрирования сигнала; измерение величины переманчивающего магнитного поля происходит с помощью дополнительного датчика Холла, что позволяет использовать электрически несвязанные магнитные системы для создания этого поля.

Устройство регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок может быть использовано для определения магнитных параметров тонких магнитных пленок и изучения поведения петель гистерезиса от направления внешнего переманчивающего магнитного поля.

35 (57) Формула изобретения

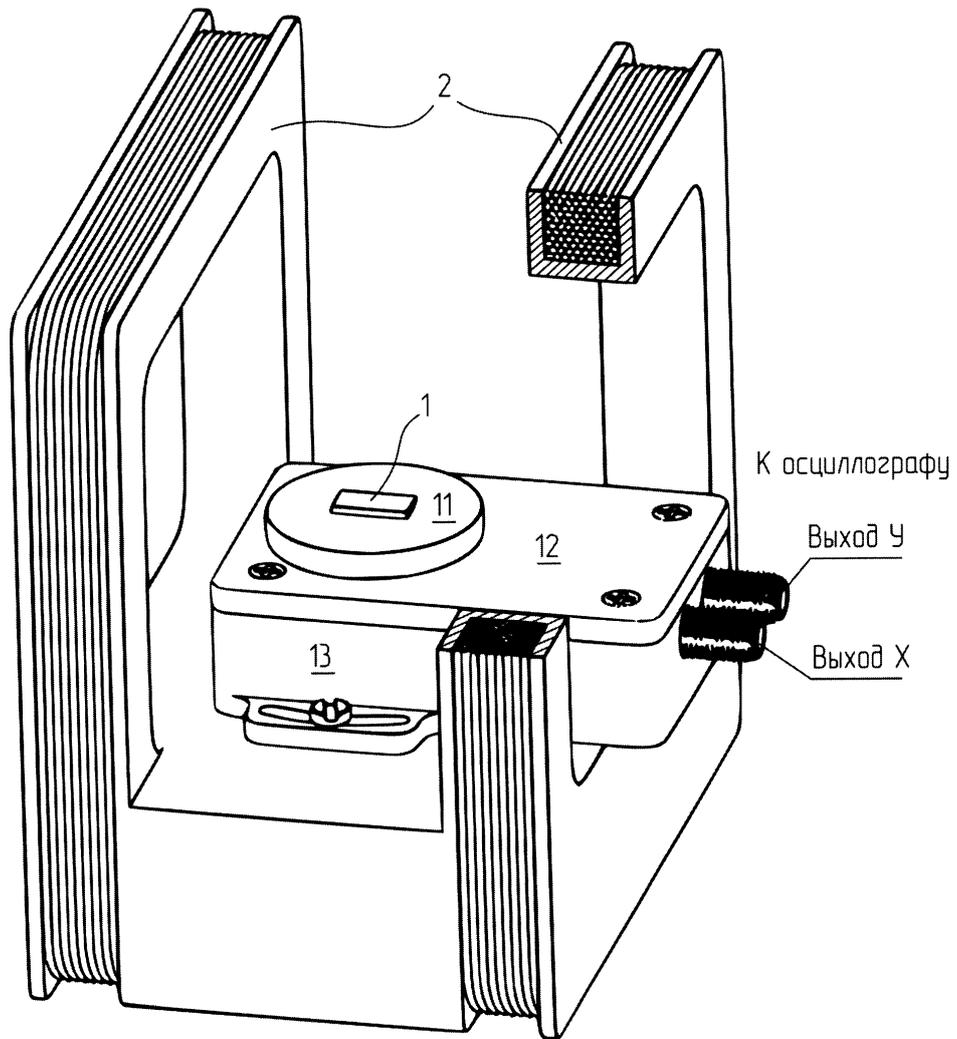
Устройство регистрации петель гистерезиса тонких магнитных пленок, содержащее магнитную систему, создающую переменное переманчивающее магнитное поле, осциллограф, предназначенный для наблюдения и регистрации петель гистерезиса, отличающееся тем, что чувствительным элементом устройства является первый датчик Холла, размещаемый в центре магнитной системы таким образом, что его ось максимальной чувствительности направлена параллельно линиям переманчивающего магнитного поля, а сверху над ним размещают исследуемый образец, при этом для измерения величины переманчивающего магнитного поля используют второй датчик Холла, установленный вдали от исследуемого образца, а выходной сигнал, подаваемый на канал Y осциллографа, получают путем вычитания из сигнала первого датчика Холла сигнала второго датчика Холла, одновременно с этим на канал осциллографа подают сигнал с выхода второго датчика Холла.

1

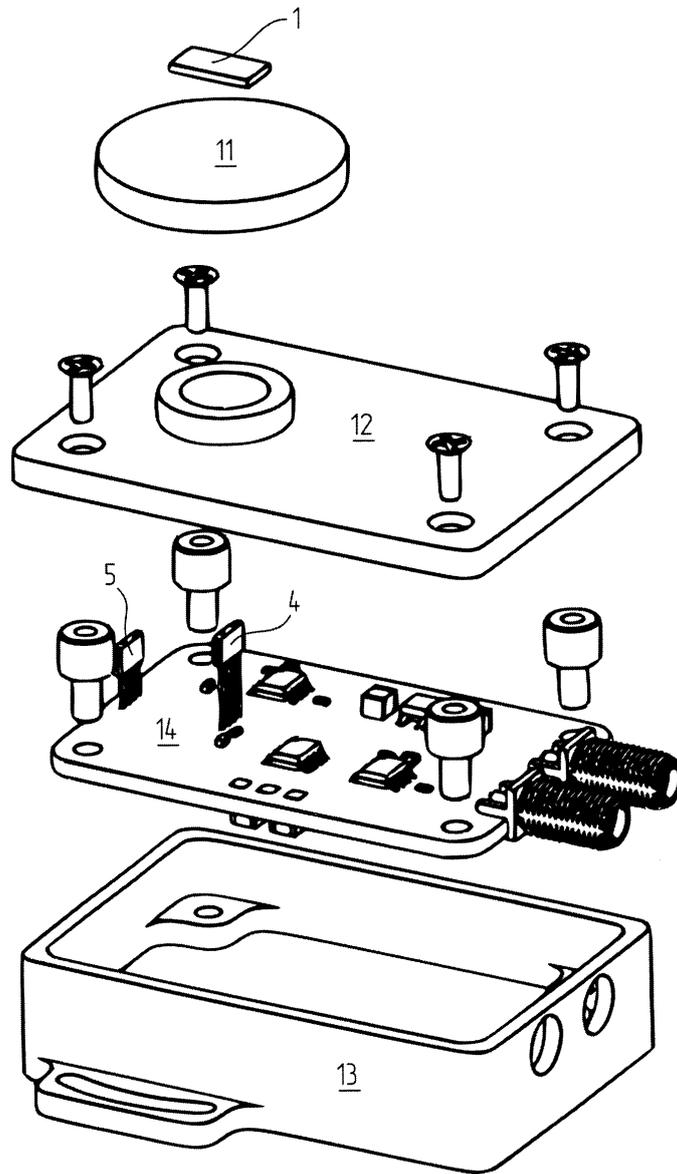


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3