



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012153100/28, 07.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.12.2012

(45) Опубликовано: 10.05.2014 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1238552 A1, 27.03.1996. GB 2166864
A, 14.05.1986. RU 2179789 C2, 20.02.2002. JP
09127220 A, 16.05.1997

Адрес для переписки:

660036, г.Красноярск, Академгородок, 50, стр.38,
ИФ СО РАН, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Великанов Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

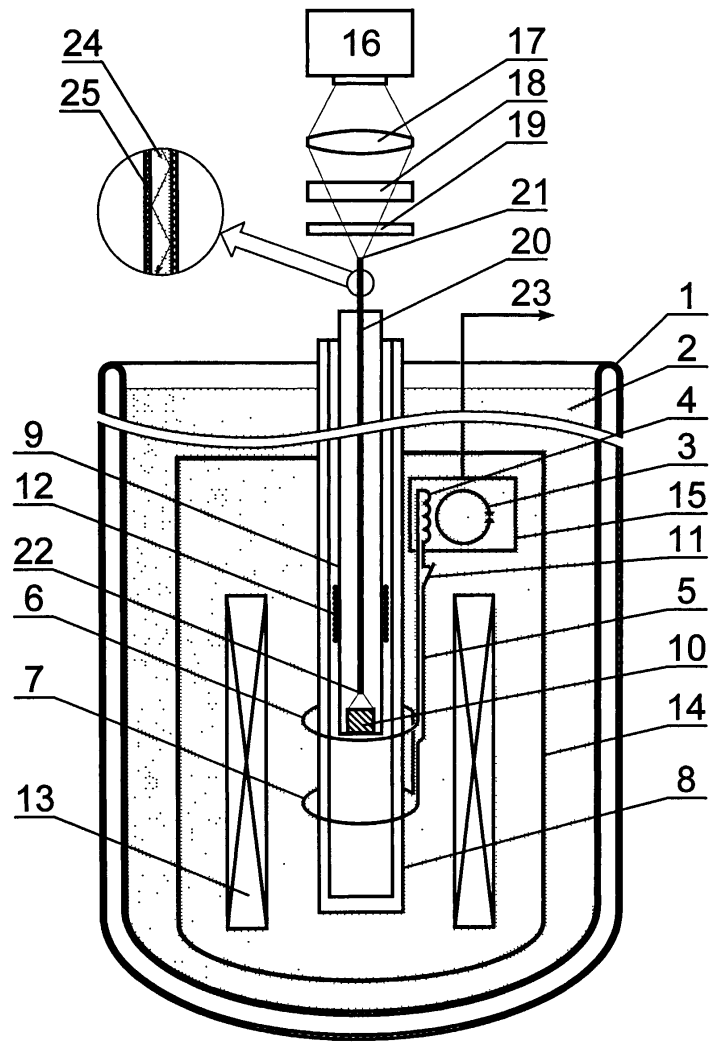
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения Российской академии
наук (RU)

(54) СКВИД-МАГНИТОМЕТР ДЛЯ ФОТОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, представляет собой СКВИД-магнитометр для фотомагнитных исследований и может быть использовано для измерения переменных магнитных величин при проведении магнитных измерений при изучении физики магнитных явлений, фотоиндуцированного магнетизма, биомагнетизма. Предлагаемый СКВИД-магнитометр внутри криостата дополнительно содержит два сверхпроводящих экрана. В первый экран заключены соленоид, нижняя часть антидьюара с держателем образца и нагревателем, сверхпроводящий трансформатор магнитного потока и сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик, дополнительно заключенный во второй экран. Сверхпроводящий трансформатор магнитного

потока снабжен ключом, а приемные катушки включены встречно-последовательно по схеме градиентометра. Также СКВИД-магнитометр содержит источник оптического излучения, световой поток от которого посредством конденсора через аттенюатор и модулятор фокусируется на первом торце световода, расположенном вне криостата. Второй торец световода размещен в антидьюаре в зоне исследуемого образца так, чтобы исследуемый образец находился в поле оптического излучения. Техническим результатом изобретения является улучшение помехоустойчивости и расширение области использования СКВИД-магнитометра путем обеспечения возможностей для выполнения фотомагнитных исследований. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012153100/28, 07.12.2012

(24) Effective date for property rights:
07.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: 07.12.2012

(45) Date of publication: 10.05.2014 Bull. № 13

Mail address:

660036, g.Krasnojarsk, Akademgorodok, 50, str.38,
IF SO RAN, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):

Velikanov Dmitrij Anatol'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

FEDERAL'NOE GOSUDARSTVENNOE
BjuDZhetNOE UChREZhDENIE NAUKI
INSTITUT FIZIKI im. L.V. Kirenskogo
Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk
(RU)

(54) **SQUID MAGNETOMETER FOR PHOTOMAGNETIC RESEARCH**

(57) Abstract:

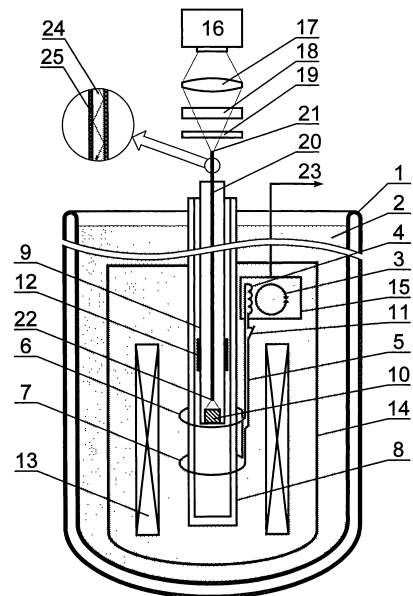
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: invention represents a SQUID-magnetometer for photomagnetic research and may be used to measure alternating magnetic values in performance of magnetic measurements when studying physics of magnetic phenomena, photo-induced magnetism, biomagnetism. The proposed SQUID-magnetometer inside a cryostat additionally comprises two superconducting screens. The first screen contains a solenoid, the lower part of an anti-Dewar with a sample holder and a heater, a superconducting transformer of magnetic flow and a superconducting quantum interference sensor, additionally enclosed into the second screen. The superconducting transformer of the magnetic flow is equipped with a key, and receiving coils are connected as series-opposite according to the circuit of the gradient meter. Besides, the SQUID-magnetometer comprises a source of optical radiation, the light beam from which by means of a condenser via an attenuator and a modulator is focused at the first end of the light guide arranged outside the cryostat. The second end of the light guide is placed in the anti-Dewar in the zone of the investigated sample so that the investigated

sample is in the field of the optical radiation.

EFFECT: increased noise immunity and expanded field of SQUID-magnetometer usage by provision of possibilities for performance of photomagnetic research.

2 dwg



Фиг. 1

RU 2 515 059 C1

RU 2 515 059 C1

Изобретение относится к устройствам для измерения переменных магнитных величин и может быть использовано при проведении магнитных измерений в следующих областях: физика магнитных явлений, фотоиндуцированный магнетизм, биомагнетизм.

СКВИД-магнитометр (магнитометр со сверхпроводящим квантовым интерференционным датчиком) представляет собой прибор для измерения магнитных полей и их градиентов. Его действие основано на эффекте Джозефсона [Кларк Дж. Принципы действия и применение СКВИДов. - ТИИЭР, 1989, т. 77, №8, с.118-137].

Известна конструкция СКВИД-магнитометра, содержащая криостат, блок намагничивания, соленоид, СКВИД, размещенный в криостате и подключенный к приемным обмоткам и электронному блоку индикации, антидьюар в виде кожуха с размещенными внутри него двумя каналами с установленными в нем нагревательными элементами и датчиками температуры, соединенными с блоком термостабилизации [SU 1213860 A1, кл. G01R 33/035, опубл; 27.03.1996].

Недостатком данной конструкции является то, что в магнитометре не предусмотрена возможность проведения фотомагнитных исследований.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому устройству является СКВИД-магнитометр, содержащий криостат, заполненный хладагентом, соосно расположенные соленоид, антидьюар, держатель образца, нагреватель и приемные катушки сверхпроводящего короткозамкнутого трансформатора потока, сигнальная катушка которого индуктивно связана со сверхпроводящим квантовым интерференционным датчиком [SU 1238552 A1, кл. G01R 33/035, опубл. 27.03.1996].

Недостатками известного СКВИД-магнитометра являются низкая помехозащищенность и его ограниченные функциональные возможности, в частности невозможность проведения фотомагнитных исследований.

Техническим результатом изобретения является улучшение помехоустойчивости и расширение области функциональных предназначений СКВИД-магнитометра путем обеспечения возможностей для выполнения фотомагнитных исследований.

Технический результат достигается тем, что в СКВИД-магнитометре для фотомагнитных исследований, содержащем криостат, заполненный хладагентом, соосно расположенные соленоид, антидьюар, держатель образца, нагреватель и приемные катушки сверхпроводящего трансформатора магнитного потока, сигнальная катушка которого индуктивно связана со сверхпроводящим квантовым интерференционным датчиком, новым является то, что он дополнительно содержит два сверхпроводящих экрана, источник оптического излучения, конденсор, аттенюатор, модулятор, световод, причем первый торец световода расположен вне криостата таким образом, чтобы на него посредством конденсора фокусировался световой поток от источника оптического излучения, а второй торец световода размещен в антидьюаре в зоне исследуемого образца так, чтобы исследуемый образец находился в поле оптического излучения, аттенюатор и модулятор расположены между конденсором и первым торцом световода, соленоид, сверхпроводящий трансформатор магнитного потока, нижняя часть антидьюара и сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик заключены в первый сверхпроводящий экран внутри криостата, сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик и сигнальная катушка дополнительно заключены во второй сверхпроводящий экран, сверхпроводящий трансформатор магнитного потока снабжен ключом, а приемные катушки включены встречно-последовательно по схеме градиентометра.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается наличием новых компонентов: первого и второго сверхпроводящих экранов,

источника оптического излучения, конденсора, аттенюатора, модулятора, световода и их связью с остальными элементами устройства.

Эти признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

5 При изучении других известных технических решений в данной области техники признаки, отличающие заявляемое изобретение от прототипа, не выявлены и поэтому они обеспечивают заявляемому техническому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

10 Сущность изобретения поясняется с помощью графических материалов. На фиг.1 представлена схема СКВИД-магнитометра для фотомагнитных исследований. На фиг.2 приведена форма сигнала магнитометра.

СКВИД-магнитометр для фотомагнитных исследований содержит криостат 1, 15 заполненный хладагентом 2, сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик (СКВ ИД) 3, индуктивно связанный посредством сигнальной катушки 4 со сверхпроводящим трансформатором 5 магнитного потока, приемные катушки 6,7 20 которого включены встречно-последовательно по схеме градиентометра и расположены соосно с антидьюаром 8, в котором находится на держателе 9 исследуемый образец 10. Трансформатор 5 снабжен ключом 11, а держатель 9 оборудован нагревателем 12. Магнитное поле создается соленоидом 13. Соленоид 13, трансформатор 5, нижняя 25 часть антидьюара 8 и СКВИД 3 заключены в сверхпроводящий экран 14 внутри криостата 1, СКВ ИД 3 вместе с сигнальной катушкой 4 дополнительно заключены в сверхпроводящий экран 15. Оптический тракт магнитометра содержит источник 16 оптического излучения, конденсор 17, аттенюатор 18, модулятор 19, световод 20. Первый торец 21 световода 20 расположен вне криостата 1 таким образом, чтобы на 30 него посредством конденсора 17 фокусировался световой поток от источника 16. Вторым торцом 22 световода 20 размещен в антидьюаре 8 в зоне образца 10 так, чтобы образец 10 находился в поле оптического излучения. Аттенюатор 18 и модулятор 19 расположены между конденсором 17 и торцом 21 световода. Аттенюатор 18 служит для регулировки интенсивности излучения, а модулятор 19 - для его прерывания. Выход 23 СКВИДа 3 является выходом устройства.

СКВИД-магнитометр для фотомагнитных исследований работает следующим образом.

Магниточувствительным датчиком магнитометра является СКВИД 3. Исследуемый образец 10 фотомагнитного материала с помощью держателя 9 помещается по центру 35 приемной катушки 6. Криостат 1 заполняется хладагентом 2. Антидьюар 8 осуществляет тепловую развязку между хладагентом 2 и держателем 9 с образцом 10. Нагревателем 12 устанавливается требуемое значение температуры образца 10. Ключ 11 трансформатора 5 размыкается. Пропусканием электрического тока через соленоид 13 устанавливается требуемое значение магнитного поля, после чего ключ 11 замыкается. 40 Включается источник 16 оптического излучения, аттенюатором 18 устанавливается заданная интенсивность излучения. С помощью модулятора 19 производится подача световых импульсов, которые входят через торец 21 в световод 20, проходят по нему, выходят из торца 22 и облучают образец 10 (см. фиг.2а). При этом в приемной катушке 6 трансформатора 5 будет наводиться сигнал, амплитуда которого пропорциональна 45 изменению АМ магнитного момента образца 10, вызванного облучением (см. фиг.2б). Сигнал передается в сигнальную катушку 4, преобразуется СКВИДом 3 и поступает на выход 23 магнитометра.

Поскольку фотоиндуцированные изменения ДМ весьма малы и составляют порядка

0.0001-0.01% от величины магнитного момента M , для их детектирования необходимо принимать повышенные требования к помехозащищенности магнитометра. Так экран 14 экранирует элементы устройства от внешних электромагнитных помех, а экран 15 дополнительно экранирует СКВ ИД 3 от поля рассеяния соленоида 13, которое в
 5 отсутствие экрана 15 может подавлять слабую сверхпроводимость в СКВИДе 3. Градиентометрическое включение приемных катушек 6, 7 также способствует подавлению помех, вызванных вариациями магнитного поля и микрофонным эффектом. Размыкание ключа 11 предотвращает воздействие на СКВИД 3 магнитного поля во время установления заданного значения поля в соленоиде 13.

10 Пример

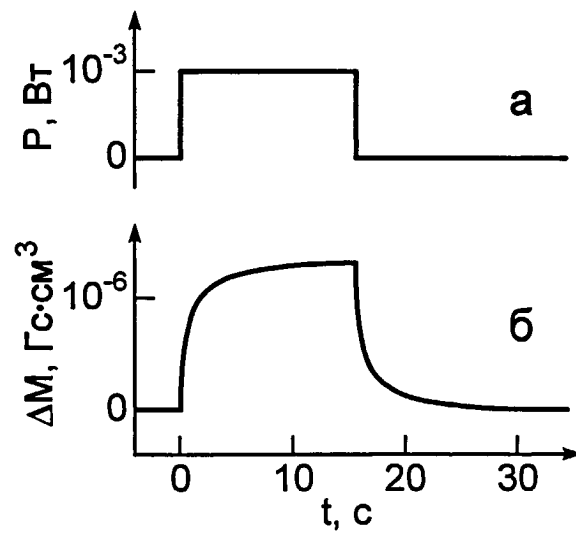
В качестве исследуемого образца 10 был взят монокристалл бората железа - слабого ферромагнетика, проявляющего фотомангнитные свойства, имеющий размер ~ 1.5 мм, весом 7 мг. Облучаемый шлиф кристалла был тщательно отполирован. Образец в эксперименте был сориентирован таким образом, чтобы магнитное поле соленоида 13
 15 лежало в базисной кристаллографической плоскости кристалла. Хладагентом 2 служил жидкий гелий.

На фиг.2 приведена зависимость изменения АМ магнитного момента бората железа от времени при его облучении импульсом света с длиной волны 0.63 мкм мощностью $P = 1$ мВт, полученная при температуре образца 4.2 К и приложенном магнитном поле
 20 200 Э. В качестве источника 16 оптического излучения был применен гелий-неоновый лазер, аттенуатором 18 служил оптический линейный поляризатор.

Использовался волоконно-оптический световод 20 диаметром 50 мкм, состоящий из жилы 24 и оболочки 25 с разными показателями преломления (см. фиг.1). Показатель преломления жилы 24 выше, нежели у оболочки 25, за счет этого на границе раздела
 25 происходит полное внутреннее отражение света. По мере понижения температуры вдоль такого световода от комнатной до гелиевой изменение показателей преломления жилы и оболочки происходят синхронно и поэтому оптическое излучение передается практически без виньетирования.

30 Формула изобретения

СКВИД-магнитометр для фотомангнитных исследований, содержащий криостат, заполненный хладагентом, соосно расположенные соленоид, антидьюар, держатель образца, нагреватель и приемные катушки сверхпроводящего трансформатора магнитного потока, сигнальная катушка которого индуктивно связана со
 35 сверхпроводящим квантовым интерференционным датчиком, отличающийся тем, что он дополнительно содержит два сверхпроводящих экрана, источник оптического излучения, конденсор, аттенуатор, модулятор, световод, причем первый торец световода расположен вне криостата таким образом, чтобы на него посредством конденсора фокусировался световой поток от источника оптического излучения, а второй торец
 40 световода размещен в антидьюаре в зоне исследуемого образца так, чтобы исследуемый образец находился в поле оптического излучения, аттенуатор и модулятор расположены между конденсором и первым торцом световода, соленоид, сверхпроводящий трансформатор магнитного потока, нижняя часть антидьюара и сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик заключены в первый сверхпроводящий экран
 45 внутри криостата, сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик и сигнальная катушка дополнительно заключены во второй сверхпроводящий экран, сверхпроводящий трансформатор магнитного потока снабжен ключом, а приемные катушки включены встречно-последовательно по схеме градиентометра.



Фиг. 2