



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43279 (13) A

(51) 7 G01R33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МАГНІТООПТИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУЖЕНОСТІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

(21) 2001063806

(22) 06.06.2001

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Вілесов Юрій Федотович, Грошенко Микола
Олександрович(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО, UA(57) Магнітооптичний прилад для вимірювання на-
пруженості магнітного поля, який складається з
джерела світла, плівки магнітооптичного матеріа-
лу, фотоприймального приладу, розташованих по-

слідовно по ходу світлового пучка, який **відрізня-
ється** тим, що джерелом світла є лазер, магніто-
оптичний матеріал виконаний з періодичною до-
менною структурою з дисклінацією, дисклінація до-
менної структури розміщена в центрі освітленої
ділянки магнітооптичного матеріалу, фотоприймач
виконаний зі світлочутливим майданчиком, який
рівний за розміром області оптичного вихору з мі-
німальною інтенсивністю світла і розміщений в
центрі оптичного вихору, плівка магнітооптичного
матеріалу виконана з градієнтом намагніченості
насищення.

Винахід відноситься до техніки магнітних ви-
мірів.

Відомо магнітооптичний прилад збудження
оптичних вихорів (Н.А. Грошенко, О.С. Макашиш,
А.В. Воляр. Оптические вихри в поле рассеяния
магнитных доменных голограмм. // Журнал техни-
ческой физики, 1998. - Т. 68. - № 12. - С. 54-58.),
який складається з джерела лазерного випроміню-
вання і магнітооптичного матеріалу з періодич-
ною доменною структурою з дисклінаціями. При
дифракції світла на доменній решітці з дисклінаці-
ями в вищих порядках дифракції індукуються оп-
тичні вихорі. Розташування оптичних вихорів в
площині хвильового фронту світлового пучка, який
дифрагує, визначається розташуванням дискліна-
цій доменної структури на дільниці магнітооптич-
ного матеріалу, що освітлюється.

Однак, прилад не містить приладів для визна-
чення розташування оптичних вихорів в випроміню-
ванні, що дифрагує, що знижує його функціона-
льні можливості, в частковості, не дозволяє вимі-
рювати напруженість магнітного поля.

Відомо також магнітооптичний прилад для ви-
мірювання напруженості магнітного поля (Виле-
сов Ю.Ф., Дубинко С.В., Карпенко Н.И., Крупс-
кий А.А., Панченко В.Б. Датчик магнітного поля.
(а.с. СССР № 1455332 МКИ 4 G02F1/09) обраний
як прототип. Прилад містить джерело світла, вхід-
не оптичне волокно, магнітооптичний матеріал,
період доменної структури в якому зв'язан з
числової апертурою волокна співвідношенням

$$\frac{\lambda}{d} \geq 2NA \quad (\lambda - \text{довжина хвилі світла, } d - \text{період до-}$$

менної структури, NA - числова апертура оптично-
го волокна), вихідного оптичного волокна, фото-
приймача. Світло дифрагує на доменній структурі
в магнітооптичному матеріалі. Випромінювання ну-
льового порядку дифракції на доменній структурі
розповсюджується по вихідному оптичному волок-
ну, випромінювання вищих порядків дифракції роз-
сіюється в оболонці оптичного волокна. В приладі
вимірюють інтенсивність нульового порядку диф-
ракції і визначають напруженість магнітного поля
по відомій залежності між інтенсивністю світла і
напруженістю поля.

Недоліком приладу є низька точність вимірю-
вання напруженості магнітного поля, яка зумовле-
на малою зміною інтенсивності нульового порядку
дифракції (менш 10%) і низької чутливістю до маг-
нітного поля ширини доменів.

В основу винаходу поставлена задача вдоско-
налити магнітооптичний прилад для вимірювання
напруженості магнітного поля шляхом підвищення
його точності за рахунок підвищення величини змі-
ни інтенсивності оптичного сигналу і підвищення
чутливості до магнітного поля.

Поставлена задача вирішується тим, що в ма-
гнітооптичному приладі для вимірювання напру-
женості магнітного поля, який складається з дже-
рела світла, плівки магнітооптичного матеріалу,
фотоприймального приладу, які розташовані по-
слідовно по ходу світлового пучка, згідно винахо-
ду, містить лазер, магнітооптичний матеріал, який
виконано з періодичною доменною структурою з
дисклінацією, дисклінація доменної структури роз-
міщена в центрі освітленої дільниці магнітооптич-

(19) UA (11) 43279 (13) A

ного матеріалу, фотоприймач виконано зі світлочутливим майданчиком, рівній розміру області оптичного вихору з мінімальною інтенсивністю світла і розміщений в центрі оптичного вихору, плівка магнітооптичного матеріалу виконана з градієнтом намагніченості насичення.

При дифракції світла на доменній решітці з дисклінаціями в вищих порядках дифракції індуються оптичні вихорі. Під впливом магнітного поля починається рух доменних кордонів. Однак, в смугових доменах цей рух гальмується магнітостатичною взаємодією сусідніх смугових доменів і доменні стінки переходять з одного стабільного положення в інше (Барьяхтар В.Г., Горобець Ю.І. Циліндричні магнітні домені і їхні решітки. – К.: Наукова думка, 1988. – 166 с.). Однак, на торці смугового домену, в місці дисклінації, такий стабілізуючий вплив буде відсутній. Під впливом магнітного поля смуговий домен зменшує свою довжину і відбувається переміщення області дисклінації відносно освітленої області магнітооптичного матеріалу, і, відповідно, зміщення оптичного вихору відносно площини хвильового фронту випромінювання, що дифрагує. Чим більша величина доданого магнітного поля, тим більше зміщується область дисклінації і оптичний вихор. При цьому інтенсивність світла, що влучає на фотоприймач, зростає від мінімального значення в центрі вихору до деякого максимального за його межами, Залежність фотоструму від магнітного поля дозволяє виробити градування приладу.

Зміна інтенсивності світлового сигналу значно вище ніж в прототипі, що дозволяє підвищити відношення сигнал/шум і точність вимірювання. Оскільки зміщення і колапс дисклінацій доменної структури відбувається при значно більш малій напруженості магнітного поля, що досліджується, ніж колапс самої доменної структури, прилад для вимірювання напруженості магнітного поля, володіє більш високою чутливістю до поля і додатково підвищує точність вимірювання.

На фіг. уявлена оптична схема приладу для вимірювання напруженості магнітного поля. 1 - лазерне джерело світла, 2 - плівка, магнітооптичного матеріалу з дисклінацією доменної структури, 3 - фотоприймач, розміщені послідовно по ходу світлового пучка.

Прилад працює наступним чином. Освітлюють магнітооптичний матеріал з періодичною доменною структурою з дисклінацією (2) пучком лазерного випромінювання джерела (1). Світло дифрагує на доменній структурі. В області локалізації дисклінації доменної структури в випромінюванні, що дифрагує порушується оптичний вихор. На магнітооптичний матеріал (2) вплинуть магнітним полем, що досліджується, в результаті чого починається рух доменного кордону на торці розірваного смугового домену. Як показують результати експериментальних досліджень, розірвані смугові домени (дисклінації) змінюють свою довжину під впливом магнітного поля. Зміна положення торця розірваного смугового домену відносно освітленої області змінює просторову локалізацію оптичного вихору в пучку, що дифрагує, і інтенсивність світла на фотоприймачі (3). Величина фотоструму на фотоприймачі (3) пропорційна напруженості магнітного поля. В магнітному полі з відомої напруженості

стю виробляють калібровку приладу для вимірювання напруженості магнітного поля. Змірявши струм фотоприймача (5) по відомій калібрований залежності вимірюють напруженість магнітного поля, що досліджується.

Приклад. Плівка магнітооптичного матеріалу виконана з гранату складу $(\text{Bi}, \text{Lu})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$. Чинник якості магнітооптичного матеріалу порядку одиниці. Період доменної структури порядку 20 мкм. Для створення дисклінацій магнітооптичного матеріалу, який виконано з градієнтом намагніченості насичення вздовж поверхні плівки. Наприклад, на частину поверхні магнітооптичного матеріалу напилюють SiO_2 і виробляється її відпалювання. Період доменної структури і, відповідно, число доменів, в напиленої і ненапиленої областях розрізняються, що призводить до появи дисклінацій доменної структури. Період доменної структури в напиленої і ненапиленої областях магнітної плівки відрізняється на 5-10%. Це призводить до того, що 5-10% всіх смугових доменів розірвані і дисклінації доменної структури хаотично розміщені на всій площі магнітної плівки.

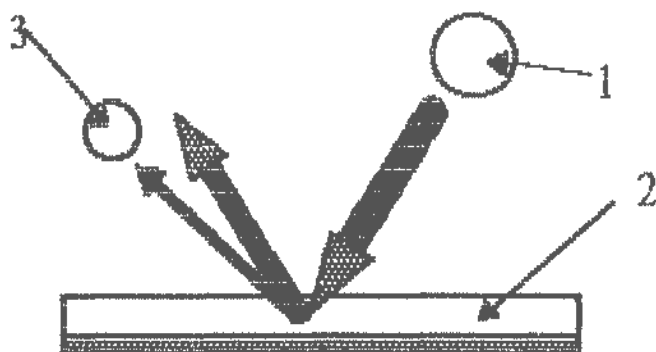
Період доменної структури визначається балансом енергій доменних стінок і полів розсіювання доменів. На ділянці магнітної плівки з більшою намагніченістю насичення енергетичне вигідний малий період доменної структури. Тому на ділянці магнітооптичного матеріалу з більшою намагніченістю насичення смугових доменів більше, ніж на іншій ділянці. А це означає, що частина смугових доменів розірвана, або мають місце дисклінації доменної структури. Положення торця розірваного смугового домену визначається балансом сил натягання з боку доменної стінки, що прагнуть скоротити довжину смугового домену і перемістити його торець в область з більшою намагніченістю насичення, і сил з боку полів розсіювання доменів, що прагнуть збільшити довжину смугового домену і перемістити його торець в область з меншою намагніченістю насичення. Магнітні поля, що вимірюються, порушують баланс сил, що склалися, і переміщують торець розірваного смугового домену.

Для усунення впливу коерцитивних сил на магнітну плівку додатково вплинуть змінним магнітним полем напруженістю порядку коерцитивної сили. Освітлюють ділянку плівки магнітооптичного матеріалу з дисклінацією доменної структури лазерним пучком діаметром порядку 0,2 мм. Як показують результати експериментальних досліджень, 100% зміна інтенсивності світлового сигналу досягається при впливі магнітних полів, напруженість яких в середньому на порядок менш напруженості полів насичення магнітооптичного матеріалу, що дозволяє приблизно на порядок підвищити чутливість до магнітного поля і точність вимірювання.

В даному рішенні, в формуванні оптичного сигналу бере участь світловий пучок з оптичним вихором. Зміна інтенсивності корисного сигналу набагато вище ніж в прототипі, бо інтенсивність світлового потоку змінюється від нуля в області оптичного вихору до максимуму за його межами, і відповідно вище відношення сигнал/шум, що дозволяє підвищити якість відтворюваного сигналу. Крім того, значно вище чутливість до поля, бо для зміни

сигналу, що знімається від нуля до максимуму немає необхідності повністю перемагнічувати плівку магнітооптичного матеріалу. Більш висока чутли-

вість до поля також дозволяє підвищити точність вимірювання.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
