



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86604** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**H01L 29/82** (2006.01)  
**H01L 43/00**  
**G01R 33/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

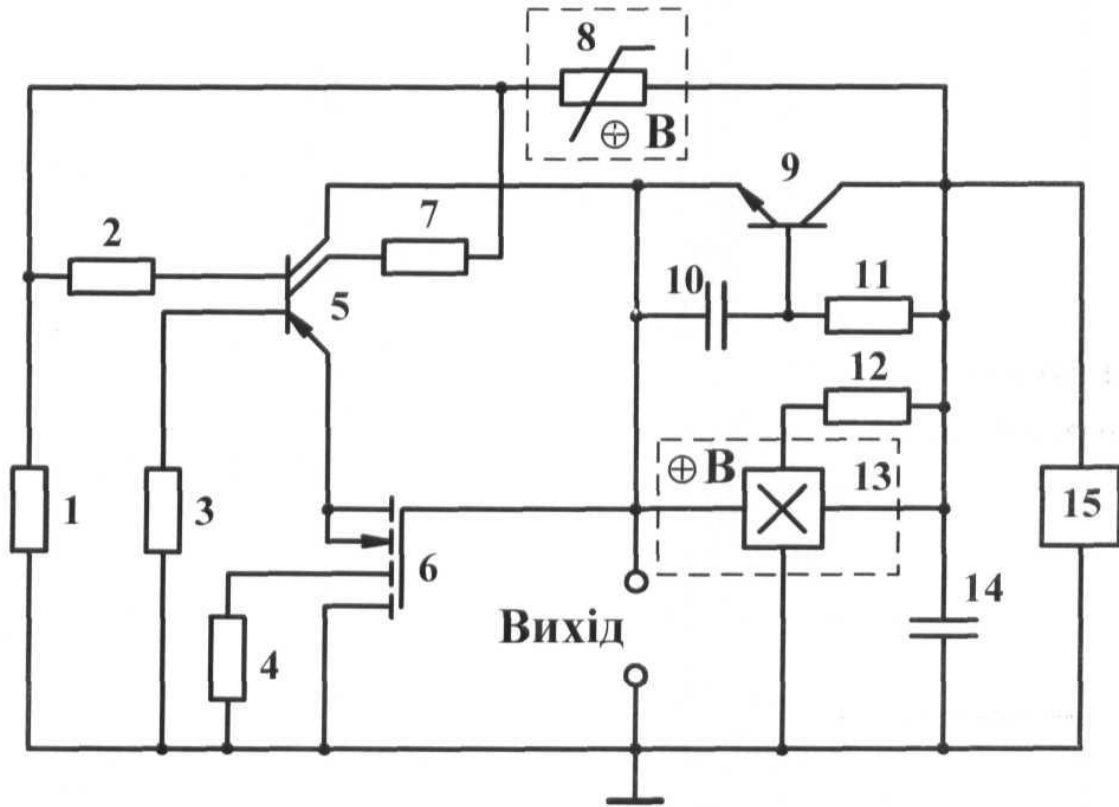
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2013 06537</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>27.05.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.01.2014</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2014, Бюл.№ 1</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Осадчук Володимир Степанович (UA), Осадчук Олександр Володимирович (UA), Білилівська Ольга Петрівна (UA), Осадчук Ярослав Олександрович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
---	---

**(54) СЕНСОР МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БАЗІ МАГНІТОРЕЗИСТОРА Й ЕЛЕМЕНТА ХОЛЛА**

**(57) Реферат:**

Сенсор магнітного поля на базі магніtoresистора й елемента Холла містить магніtoresистор, джерело постійної напруги, резистор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому другий вивід першого резистора підключений до першого виводу магніtoresистора, другий полюс джерела постійної напруги з'єднаний із загальною шиною, до якої підключена друга вихідна клемма. Введені біполярний двоколекторний транзистор, польовий двостоковий транзистор, біполярний транзистор, елемент Холла, шість резисторів і дві ємності.

**UA 86604 U**



Корисна модель належить до області контрольно-вимірювальної техніки на базі напівпровідникової електроніки і може бути використана для вимірювання індукції магнітного поля в системах контролю та керування технологічними процесами.

Відомий пристрій для вимірювання магнітної індукції на базі двостокового магніточутливого МОН-транзистора [див. Popovic R.S. Hall effect devices.-2nd ed. - Bristol; Philadelphia: Institute of Physics, 2004, p. 359-360, fig. 7.7], який містить двостоковий магніточутливий МОН-транзистор, два джерела постійної напруги, два резистори, загальну шину та дві вихідні клеми, причому перший полюс першого джерела постійної напруги з'єднаний із затвором двостокового магніточутливого МОН-транзистора, перший стік якого утворює першу вихідну клему та підключений до першого виводу першого резистора, а другий стік двостокового магніточутливого МОН-транзистора утворює другу вихідну клему та підключений до першого виводу другого резистора, другі виводи першого та другого резисторів з'єднані із першим полюсом другого джерела постійної напруги, підкладка двостокового магніточутливого МОН-транзистора з'єднана із його витоком, який об'єднаний із другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги у загальну шину, яка є заземленою.

Недоліком такого пристрою є його низька чутливість і точність вимірювання. Це пов'язано з тим, що при малих значеннях магнітної індукції зміна різницевої напруги між першим та другим стоками двостокового магніточутливого МОН-транзистора є незначною.

Найбільш близьким технічним рішенням є магніточутливий пристрій на базі магніторезистора [див. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника. Т1. - М: ДМК Пресс, 2001, с. 52-53, рис. 2.50, а], який містить магніторезистор, джерело постійної напруги, резистор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому перший полюс джерела постійної напруги з'єднаний із першим виводом резистора, другий вивід якого утворює першу вихідну клему та підключений до першого виводу магніторезистора, другий вивід якого об'єднаний із другим полюсом джерела постійної напруги у загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемка.

Недоліком такого пристрою є його низька чутливість і точність вимірювання індукції магнітного поля. Це пов'язано з тим, що при малих магнітних полях зміна опору, і, відповідно, зміна напруги між першою і другою вихідними клемками є незначною.

В основу корисної моделі поставлена задача створення сенсора магнітного поля на базі магніторезистора й елемента Холла, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків між ними досягається перетворення величини магнітного поля у частотний інформаційний сигнал, причому забезпечується можливість електричного регулювання величини індуктивності та добротності активного індуктивного елемента, що приводить до підвищення чутливості та точності вимірювання індукції магнітного поля.

Поставлена задача розв'язується тим, що у сенсор магнітного поля на базі магніторезистора й елемента Холла, який містить магніторезистор, джерело постійної напруги, резистор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому другий вивід першого резистора підключений до першого виводу магніторезистора, другий полюс джерела постійної напруги з'єднаний із загальною шиною, до якої підключена друга вихідна клемка, введені біполярний двоколекторний транзистор, польовий двостоковий транзистор, біполярний транзистор, елемент Холла, шість резисторів і дві ємності, причому перший вивід другого резистора з'єднаний із першою базою біполярного двоколекторного транзистора, друга база якого з'єднана з першим виводом третього резистора, другий колектор біполярного двоколекторного транзистора підключений до першого виводу четвертого резистора, другий вивід якого з'єднаний із другими виводами першого, другого резисторів і першим виводом магніторезистора, перший колектор біполярного двоколекторного транзистора з'єднаний із затвором польового двостокового транзистора, емітером біполярного транзистора, першим виводом елемента Холла, який утворює першу вихідну клему, та першим виводом другої ємності, другий вивід якої з'єднаний із базою біполярного транзистора та першим виводом шостого резистора, другий вивід елемента Холла з'єднаний із першим виводом сьомого резистора, другий вивід якого з'єднаний із другим виводом шостого резистора, колектором біполярного транзистора, другим виводом магніторезистора, третім виводом елемента Холла, першим виводом першої ємності та першим полюсом джерела постійної напруги, при цьому підкладка польового двостокового транзистора з'єднана із його витоком, який підключений до емітера біполярного двоколекторного транзистора, другий стік польового двостокового транзистора підключений до першого виводу п'ятого резистора, другий вивід якого з'єднаний із першим виводом першого і другим виводом третього резисторів, першим стоком польового двостокового транзистора, четвертим виводом елемента Холла, другим виводом першої ємності та підключений до загальної шини.

На кресленні подано схему сенсора магнітного поля на базі магніторезистора й елемента Холла.

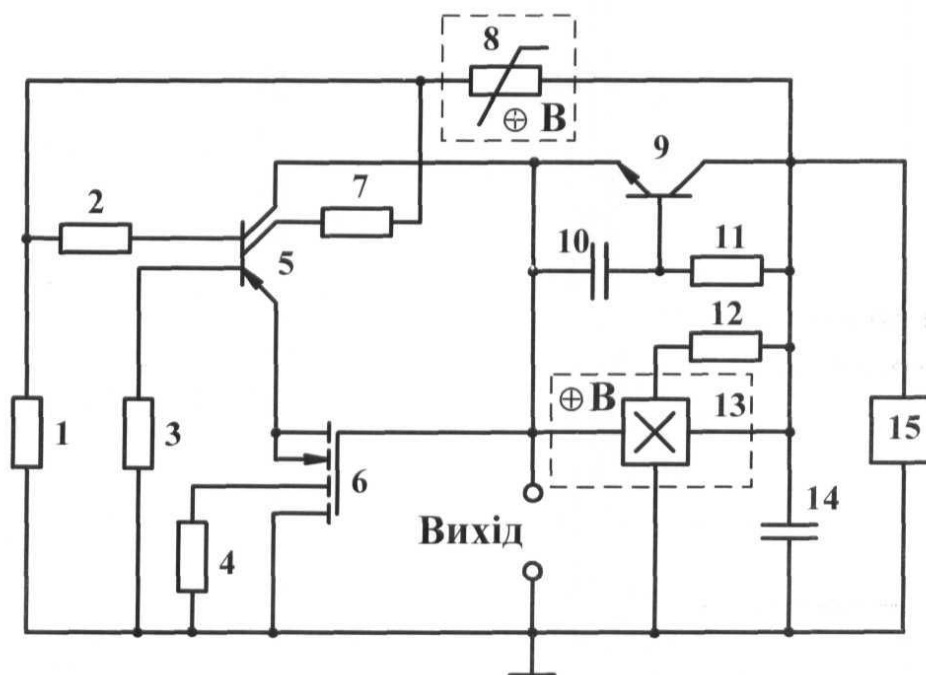
Пристрій містить магнітрезистор 8, джерело постійної напруги 15, перший резистор 1, загальну шину та дві вихідні клеми, причому другий вивід першого резистора 1 підключений до першого виводу магнітрезистора 8, другий полюс джерела постійної напруги 15 з'єднаний із загальною шиною, до якої підключена друга вихідна клемма, введені біполярний двоколекторний транзистор 5, польовий двостоковий транзистор 6, біполярний транзистор 9, елемент Холла 13, другий 2, третій 3, четвертий 7, п'ятий 4, шостий 11 та сьомий 12 резистори, перша 14 та друга 10 ємності, причому перший вивід другого резистора 2 з'єднаний із першою базою біполярного двоколекторного транзистора 5, друга база якого з'єднана з першим виводом третього резистора 3, другий колектор біполярного двоколекторного транзистора 5 підключений до першого виводу четвертого резистора 7, другий вивід якого з'єднаний із другими выводами першого 1, другого 2 резисторів і першим виводом магнітрезистора 8, перший колектор біполярного двоколекторного транзистора 5 з'єднаний із затвором польового двостокового транзистора 6, емітером біполярного транзистора 9, першим виводом елемента Холла 13, який утворює першу вихідну клему, та першим виводом другої ємності 10, другий вивід якої з'єднаний із базою біполярного транзистора 9 та першим виводом шостого резистора 11, другий вивід елемента Холла 13 з'єднаний із першим виводом сьомого резистора 12, другий вивід якого з'єднаний із другим виводом шостого резистора 11, колектором біполярного транзистора 9, другим виводом магнітрезистора 8, третім виводом елемента Холла 13, першим виводом першої ємності 14 та першим полюсом джерела постійної напруги 15, при цьому підкладка польового двостокового транзистора 6 з'єднана із його витоком, який підключений до емітера біполярного двоколекторного транзистора 5, другий стік польового двостокового транзистора 6 підключений до першого виводу п'ятого резистора 4, другий вивід якого з'єднаний із першим виводом першого 1 і другим виводом третього 3 резисторів, першим стоком польового двостокового транзистора 6, четвертим виводом елемента Холла 13, другим виводом першої ємності 14 та підключений до загальної шини.

Сенсор магнітного поля на базі магнітрезистора й елемента Холла працює таким чином.

В початковий момент часу магнітне поле не діє на магнітрезистор 8 та елемент Холла 13. Підвищенням напруги джерела постійної напруги 15, яке виконує роль напруги живлення, досягається така її величина, що на електродах перший колектор біполярного двоколекторного транзистора 5 і перший стік польового двостокового транзистора 6 виникає від'ємний опір, що приводить до виникнення електричних коливань в контурі, який утворений паралельним включенням повного опору з ємнісною складовою на електродах перший колектор біполярного двоколекторного транзистора 5 і перший стік польового двостокового транзистора 6 та повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер - колектор біполярного транзистора 9. Використання активного індуктивного елемента на основі біполярного транзистора 9 дозволяє виготовляти сенсор магнітного поля з активним індуктивним елементом в інтегральному вигляді та забезпечує можливість електричного регулювання величини індуктивності та добротності активного індуктивного елемента в широких діапазонах за рахунок зміни режиму електричного живлення. За рахунок вибору постійної напруги живлення здійснюється лінеаризація функції перетворення сенсора магнітного поля на базі магнітрезистора й елемента Холла. Перший 1, другий 2, третій 3, четвертий 7 і п'ятий 4 резистори визначають режими живлення біполярного двоколекторного транзистора 5 і польового двостокового транзистора 6 від джерела постійної напруги 15. Сьомий резистор 12 визначає режим живлення елемента Холла 13 від джерела постійної напруги 15. Перша ємність 14 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 15. Друга ємність 10 і шостий резистор 11 утворюють електричне коло з необхідним фазовим зсувом для здійснення повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер - колектор біполярного транзистора 9, тобто визначають величину індуктивності та добротності активного індуктивного елемента на основі біполярного транзистора 9. При наступній дії магнітного поля з індукцією  $B$  на магнітрезистор 8 та елемент Холла 13 змінюється опір магнітрезистора 8 внаслідок магнітрезистивного ефекту, а між першим і третім выводами елемента Холла 13 виникає холлівська різниця потенціалів, яка обумовлює зміну індуктивної складової повного опору на електродах емітер - колектор біполярного транзистора 9. Оскільки магнітрезистор 8 включений в коло позитивного зворотного зв'язку сенсора магнітного поля з активним індуктивним елементом, то зміна його опору викликає зміну ємнісної складової повного опору на електродах перший колектор біполярного двоколекторного транзистора 5 і перший стік польового двостокового транзистора 6. Зміна індуктивної та ємнісної складових повного опору, в свою чергу, викликає зміну резонансної частоти коливального контуру, яка вимірюється на вихідних клемах і є інформативним параметром для визначення індукції магнітного поля.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Сенсор магнітного поля на базі магнітрезистора й елемента Холла, який містить магнітрезистор, джерело постійної напруги, резистор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому другий вивід першого резистора підключений до першого виводу магнітрезистора, другий полюс джерела постійної напруги з'єднаний із загальною шиною, до якої підключена друга вихідна клемма, який **відрізняється** тим, що введені біполярний двоколекторний транзистор, польовий двостоковий транзистор, біполярний транзистор, елемент Холла, шість резисторів і дві ємності, причому перший вивід другого резистора з'єднаний із першою базою біполярного двоколекторного транзистора, друга база якого з'єднана з першим виводом третього резистора, другий колектор біполярного двоколекторного транзистора підключений до першого виводу четвертого резистора, другий вивід якого з'єднаний із другими виводами першого, другого резисторів і першим виводом магнітрезистора, перший колектор біполярного двоколекторного транзистора з'єднаний із затвором польового двостокового транзистора, емітером біполярного транзистора, першим виводом елемента Холла, який утворює першу вихідну клему, та першим виводом другої ємності, другий вивід якої з'єднаний із базою біполярного транзистора та першим виводом шостого резистора, другий вивід елемента Холла з'єднаний із першим виводом сьомого резистора, другий вивід якого з'єднаний із другим виводом шостого резистора, колектором біполярного транзистора, другим виводом магнітрезистора, третім виводом елемента Холла, першим виводом першої ємності та першим полюсом джерела постійної напруги, при цьому підкладка польового двостокового транзистора з'єднана із його витокком, який підключений до емітера біполярного двоколекторного транзистора, другий стік польового двостокового транзистора підключений до першого виводу п'ятого резистора, другий вивід якого з'єднаний із першим виводом першого і другим виводом третього резисторів, першим стоком польового двостокового транзистора, четвертим виводом елемента Холла, другим виводом першої ємності та підключений до загальної шини.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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