



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78318 (13) C2
(51) МПК
H01L 29/82 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) МАГНІТНИЙ СЕНСОР З АКТИВНИМ ІНДУКТИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ

1

2

(21) 20041210211

(22) 13.12.2004

(24) 15.03.2007

(46) 15.03.2007, Бюл. № 3, 2007 р.

(72) Осадчук Володимир Степанович, Осадчук
Олександр Володимирович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) Викулин И.М., Стафеев В.И.. Физика полупро-
водниковых приборов. - М.: Радио и связь, 1990,
С.227-230, рис. 7.18

DE 1171271, 06.01.1967

US 4694248, 15.09.1987

SU 1688207, 30.10.1991

DE 3869812, 14.05.1992

RU 2068568, 27.10.1996

(57) Магнітний сенсор з активним індуктивним елементом, який містить біполярний двоколекторний магніточутливий транзистор, три резистори і джерело постійної напруги, який **відрізняється** тим, що введені двозатворний польовий транзистор, два біполярних транзистори, вісім резисторів, дві ємності, причому перший вивід першого резистора підключений до першої бази біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, а другий вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом п'ятого резистора, а другий вивід п'ятого резистора підключений до емітера біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, при цьому перший вивід п'ятого резистора з'єднаний з першим виводом шостого резистора і колектором другого біполярного транзистора, а другий вивід шостого резистора з'єднаний з першим виводом сьомого резистора і другим затвором двозатворного польового транзистора, другий вивід сьомого резистора з'єднаний із першим ви-

водом восьмого резистора, при цьому перший затвор двозатворного польового транзистора з'єднаний із своїм стоком, підкладка і виток якого з'єднані між собою та з емітером першого біполярного транзистора, база якого з'єднана з першим виводом десятого резистора і другим виводом дев'ятого резистора, а перший вивід дев'ятого резистора підключений до стоку двозатворного польового транзистора, який утворює першу вихідну клему, і емітера другого біполярного транзистора і першого виводу першої ємності, а другий вивід першої ємності підключений до бази другого біполярного транзистора і першого виводу одинадцятого резистора, а другий вивід одинадцятого резистора підключений до колектора другого біполярного транзистора, першого виводу другої ємності і першого полюса джерела постійної напруги, при цьому другий полюс джерела постійної напруги підключений до другого виводу другої ємності, другого виводу десятого резистора, колектора першого біполярного транзистора, другого виводу восьмого резистора, другого виводу четвертого резистора, другого виводу третього резистора і другого виводу другого резистора, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма, при цьому перший вивід восьмого резистора з'єднаний із першим виводом третього резистора, який підключений до другого колектора біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, а перший колектор біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора підключений до першого виводу четвертого резистора і першого виводу сьомого резистора, при цьому перший вивід другого резистора з'єднаний з другою базою біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора.

Винахід належить до області контрольно-вимірювальної техніки і може бути використаний як датчик виміру магнітної індукції в різноманітних пристроях автоматичного керування технологічними процесами.

Відомо пристрій для виміру магнітної індукції, який використовує ефект Холла. Конструктивно він

складається з напівпровідникової пластини, яка має прямокутну форму. Під дією струму I і магнітної індукції B , вектори яких взаємноперпендикулярні, на обкладинках датчика виникає напруга V_H . Величина цієї напруги залежить від геометрії (довжини L і товщини D) датчика, струму I , коефіцієнта Холла R_H і магнітної індукції B :

(19) UA (11) 78318 (13) C2

$$V_H = \frac{R_H I B}{D}$$

Матеріалом для виготовлення датчика Холла слугує кремній, арсенід-індію (InAs) і антимонід індію (InSb). Датчик Холла з арсеніду індію, наприклад, при магнітній індукції $B = 1\text{ Т}$ і струмі $0,1\text{ А}$ має вихідну напругу $0,5\text{ В}$ [див. Г. Виглеб. Датчики. - М.: Мир, 1989. С. 29-33].

Недоліком такого пристрою є мала чутливість і точність виміру, особливо в області малих значень індукції, тому що при цьому необхідно значно підвищувати протікаючий струм.

За прототип обрано пристрій для виміру магнітної індукції на основі біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора. Його конструкція складається з біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, трьох резисторів, через які здійснюється живлення з постійного струму, і джерела постійної напруги. При відсутності магнітного поля інжектвані емітером носії заряду розподіляються порівну між колекторами і їх струми рівні між собою. Відповідно до цього потенціали колекторів однакові і різниця напруг між колекторами дорівнює нулю. При дії поперечного магнітного поля відбувається відхилення потоку носіїв заряду в сторону одного із колекторів, що приводить до зростання його струму і зменшення струму другого колектора. У зв'язку з цим, потенціал одного колектора зменшується, а другого зростає, що викликає зростання напруги між колекторами із підвищенням індукції магнітного поля. При зміні напрямку магнітного поля змінюється і полярність напруги між колекторами [див. И.М. Викулин, В.И. Стафеев. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Радио и связь, 1990, с. 227-230, рис. 7.18].

Недоліком такого пристрою є мала чутливість і точність виміру магнітної індукції. Це пов'язано з тим, що при малих значеннях магнітної індукції зміна напруги між колекторами є незначною.

В основу винаходу поставлена задача створення магнітного сенсора з активним індуктивним елементом, в якому за рахунок введення нових блоків і зв'язків між ними досягається перетворення магнітної індукції в частоту, що підвищує чутливість і точність виміру магнітної індукції.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, який містить біполярний двоколекторний магніточутливий транзистор, три резистора і джерело постійної напруги, введені двозатворний польовий транзистор, два біполярних транзистори, сім резисторів, дві ємності, що дало змогу замінити перетворення магнітної індукції в напругу у відомому пристрої на перетворення магнітної індукції у частоту в запропонованому, причому перший вивід першого резистора підключений до першої бази біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, а другий вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом п'ятого резистора, а другий вивід п'ятого резистора підключений до емітера біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, при цьому перший вивід п'ятого резистора з'єднаний з першим виводом шостого резистора і колектором другого біполярного транзистора, а другий вивід шостого резистора з'єднаний з першим виводом сьомого резистора і другим затвором двозатворного польового тран-

зистора, другий вивід сьомого резистора з'єднаний із першим виводом восьмого резистора, при цьому перший затвор з'єднаний із стоком двозатворного польового транзистора, підкладка і виток якого з'єднані між собою та з емітером першого біполярного транзистора, база якого з'єднана з першим виводом десятого резистора і другим виводом дев'ятого резистора, а перший вивід дев'ятого резистора підключений до стоку двозатворного польового транзистора, який утворює першу вихідну клему, і емітера другого біполярного транзистора і першого виводу першої ємності, а другий вивід першої ємності підключений до бази другого біполярного транзистора і першого виводу одинадцятого резистора, а другий вивід одинадцятого резистора підключений до колектора другого біполярного транзистора, першого виводу другої ємності і першого полюсу джерела постійної напруги, при цьому другий полюс джерела постійної напруги підключений до другого виводу другої ємності, другого виводу десятого резистора, колектора першого біполярного транзистора, другого виводу восьмого резистора, другого виводу четвертого резистора, другого виводу третього резистора і другого виводу другого резистора, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма, при цьому перший вивід восьмого резистора з'єднаний із першим виводом третього резистора, який підключений до другого колектора біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, а перший колектор біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора підключений до першого виводу четвертого резистора і першого виводу сьомого резистора, при цьому перший вивід другого резистора з'єднаний з другою базою біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора.

Використання запропонованого магнітного сенсора з активним індуктивним елементом підвищує чутливість і точність виміру інформативного параметру за рахунок виконання ємнісного елемента на основі біполярного двоколекторного магніточутливого транзистора, двозатворного польового транзистора і першого біполярного транзистора, який разом з індуктивністю на основі другого біполярного транзистора з RC-колом, утворює коливальний контур. При дії магнітної індукції на біполярний двоколекторний магніточутливий транзистор змінюється ємнісна складова повного опору на електродах стоку двозатворного польового транзистора і колектора першого біполярного транзистора, що приводить до зміни резонансної частоти коливального контуру. Лінеаризація функції перетворення відбувається за рахунок вибору напруги живлення.

На кресленні подано схему магнітного сенсора з активним індуктивним елементом.

Пристрій містить резистори 1, 2, 3, 4, 5, біполярний двоколекторний магніточутливий транзистор 6, резистори 7, 8, 9, двозатворний польовий транзистор 10, перший біполярний транзистор 11, резистори 12 і 13, першу ємність 14, другий біполярний транзистор 15, резистор 16, другу ємність 17 і джерело постійної напруги 18. Вихід пристрою утворений стоком двозатворного польового транзистора 10 і загальною шиною.

Магнітний сенсор з активним індуктивним елементом працює таким чином. В початковий момент часу магнітна індукція не діє на біполярний двоколекторний транзистор 6. Підвищенням напруги джерела постійної напруги 18 до величини, коли на електродах стік двозатворного польового транзистора 10 і колектор першого біполярного транзистора 11, виникає від'ємний опір, який приводить до виникнення електричних коливань в контурі, який утворений паралельним включенням повного опору з ємнісною складовою на електродах стік двозатворного польового транзистора 10 і колектор першого біполярного транзистора 11 та повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер-колектор другого біполярного транзистора 15. Через резистори 1-5 здійснюється електричне живлення біполярного двоколекторно-

го магніточутливого транзистора 6, через резистори 7-9, 12 і 13 здійснюється електричне живлення двозатворного польового транзистора 10, першого біполярного транзистора 11 і другого біполярного транзистора 15. Ємність 14 і резистор 16 утворюють електричне коло з необхідним фазовим зсувом для здійснення повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер-колектор другого біполярного транзистора 15. Ємність 17 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 18. При наступній дії магнітної індукції на біполярний двоколекторний магніточутливий транзистор 6 змінюється ємнісна складова повного опору на електродах стік двозатворного польового транзистора 10 і колектор першого біполярного транзистора 11, що викликає зміну резонансної частоти коливального контуру.

