



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 147468

(13) U

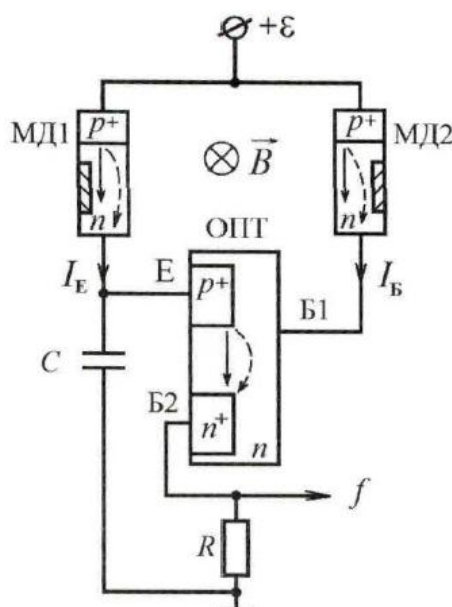
(51) МПК

H01L 29/82 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2020 06813****(22)** Дата подання заявки: **23.10.2020****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **13.05.2021****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **12.05.2021, Бюл.№ 19****(72)** Винахідник(и):**Вікулін Іван Михайлович (UA),
Вікуліна Лідія Федорівна (UA),
Горбачов Віктор Едуардович (UA),
Михайлов Микита Сергійович (UA)****(73)** Володілець (володільці):**Державний університет інтелектуальних
технологій і зв'язку,
вул. Кузнечна, 1, м. Одеса, 65029 (UA)****(54) СЕНСОР-ПЕРЕТВОРЮВАЧ МАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ****(57)** Реферат:

Сенсор-перетворювач магнітної індукції на основі генератора релаксаційних коливань з чутливим до магнітного поля одноперехідним транзистором та з двома елементами, які задають струм у колах емітера та бази. Як елементи використовуються магнітодіоди з протилежним знаком магнітної чутливості.



UA 147468 U

UA 147468 U

Корисна модель належить до напівпровідникової електроніки, а саме стосується конструкції магніточутливих сенсорів з частотним виходом, і може бути використана в цифрових вимірювальних пристроях автоматики та навігаційних систем.

Відомі конструкції сенсорів-перетворювачів магнітної індукції з частотним виходом на базі одноперехідного транзистора з конденсатором у колі емітер-база [1].

Найближчим аналогом корисної моделі є генератор релаксаційних коливань [2] на основі одноперехідного транзистора (ОПТ) з базою n-типу, в якому емітер та контакт першої бази ОПТ з'єднані через резистори з позитивним полюсом джерела живлення, а контакт другої бази та контакт емітера ОПТ підключені до негативного полюса через резистор та конденсатор відповідно.

При подачі живлення конденсатор спочатку заряджається через резистор до напруги U_n переключення ОПТ, після того він розряджається до певної залишкової напруги U_0 , що призводить до появи імпульсу струму на вихідному опорі. Далі процес повторюється. Струм бази ОПТ задається резистором, який з'єднує базу з позитивним полюсом джерела живлення. Частота вихідних імпульсів генератора визначається формулою:

$$f = I_E / C(U_n - U_0), \quad (1)$$

де I_E - струм емітерного кола ОПТ, яким заряджається конденсатор; U_n - напруга переключення ОПТ; U_0 - залишкова напруга після переключення, яка сильно залежить від умов протікання залишкового струму крізь базу. Зовнішнє магнітне поле збільшує довжину траєкторії руху носіїв заряду крізь базу, що приводить до збільшення залишкової напруги U_0 , а відповідно зі співвідношенням (1) до збільшення частоти вихідних імпульсів генератора f .

Недоліком цього аналога сенсора-перетворювача є недостатня для сучасних цифрових сенсорних систем магнітна чутливість, це обумовлено тим, що тільки одна величина U_0 в (1) залежить від індукції магнітного поля. Збільшити чутливість сенсора можна за рахунок введення залежності I_E та U_n в (1) від індукції магнітного поля.

В основу корисної моделі поставлено задачу збільшення магнітної чутливості сенсора-перетворювача. Для її вирішення у схемі генератора пропонуються замість резисторів в колі другої бази та в колі емітера магнітодіоди з протилежним знаком магнітної чутливості.

Поставлена задача вирішується сенсором-перетворювачем магнітної індукції на основі генератора релаксаційних коливань з чутливим до магнітного поля одноперехідним транзистором та з двома елементами, які задають струм у колах емітера та бази, згідно з корисною моделлю, як елементи використовуються магнітодіоди з протилежним знаком магнітної чутливості.

На кресленні надано схему такого сенсора-перетворювача. Вона складається з ОПТ на основі n-типу напівпровідника з двома базовими контактами Б1 і Б2 та р-типу емітером Е, а також з двох додаткових магнітодіодів МД1 та МД2. Зазвичай [3] для більшої чутливості на бокових гранях магнітодіодів розташовані спеціальні області s з високою швидкістю рекомбінації носіїв заряду, які інжектуються з р-області МД до його n-бази. МД1 та МД2 орієнтуються відносно ОПТ так, що ці області мають бути розташовані на протилежних гранях приладів (див. креслення).

Сенсор працює наступним чином. При подачі напруги живлення конденсатор С спочатку заряджається через МД 1 струмом I_E до напруги U_n переключення ОПТ, після того він розряджається до певної залишкової напруги U_0 , що приводить до появи імпульсу струму на вихідному опорі R. Далі процес повторюється. Струм бази ОПТ I_B задається струмом МД2, який з'єднує базу з позитивним полюсом джерела живлення. З резистора R знімаються вихідні імпульси з частотою f , яка задається співвідношенням (1). Траєкторії руху носіїв заряду (дірок) в базах МД та ОПТ у відсутності магнітного поля ($B=0$) показані на кресленні суцільними лініями. За наявності магнітного поля \otimes В показаного на кресленні напрямку траєкторії руху дірок в базах МД та ОПТ викривляються (показані пунктирними лініями). При цьому при показаній на кресленні орієнтації транзисторів відбуваються три незалежних процеси:

1. Сила Лоренца відхиляє інжектовані з емітера ОПТ дірки у глибину бази, довжина траєкторії їх руху від Е до Б2 зростає, що призводить до збільшення опору бази r_B , а оскільки $U_0 \sim r_B$, то і до збільшення залишкової напруги U_0 , а згідно з (1) і вихідної частоти f .

2. МД1 розташований так, що сила Лоренца відхиляє інжектовані з його р-області дірки від s-області вбік, що призводить до зменшення рекомбінації та зростання струму зарядки конденсатора I_E , який протікає через МД1, а згідно з (1) до зростання вихідної частоти f .

3. МД2 розташований так, що сила Лоренца навпаки притискає інжектовані з його р-області дірки до s-області, що призводить до збільшення рекомбінації та зменшення струму бази I_B , який протікає через МД2, а оскільки $U_n \sim I_B$, то і до зменшення напруги переключення U_n , а згідно з (1) - до збільшення вихідної частоти f .

Експериментальна перевірка роботи дозиметра відбулася із використанням промислових транзисторів: ОПТ типу КТ117 та полярних МД типу КД304. Випробування показали, що магнітна чутливість сенсора-перетворювача на основі ОПТ та двох МД на порядок більша, ніж у близького аналога на одному ОПТ. Економічний ефект використання сенсора полягає в тому, що він зібраний на елементній базі, яка серійно випускається промисловістю, та немає необхідності в розробці нових елементів конструкції сенсора.

Джерела інформації:

1. Викулин И.М. Физика полупроводниковых приборов / И.М. Викулин, В.И. Стафеев. - М.: Радио и связь, 1990. - С. 232-233.

2. Викулин И.М. Частотные микроэлектронные сенсоры-преобразователи на основе однопереходных транзисторов / Ш.Д. Курмашев, Л.Ф. Викулина, В.И. Стафеев // Радиотехника и электроника. - 2014. - Т. 59. - № 3. - С. 396-303.

3. Егiazарян Г.А. Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение / Г.А. Егiazарян, В.И. Стафеев. - М.: Радио и связь, 1987. - 88 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Сенсор-перетворювач магнітної індукції на основі генератора релаксаційних коливань з чутливим до магнітного поля одноперехідним транзистором та з двома елементами, які задають струм у колах емітера та бази, який **відрізняється** тим, що як елементи використовуються магнітodiоди з протилежним знаком магнітної чутливості.

