



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46581

(13) A

(51) 6 G01K7/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

1

2

(21) 2001085987

(22) 28 08 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Зеленський Олександр Олександрович, Солодовник Віктор Федорович, Чебан Михайло Іванович, Шевелєв Володимир Олександрович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАІ"

(57) 1 Пристрій для вимірювання температури, що містить двохчастотний термозалежний генератор, виконаний на транзисторі за схемою ємнісної триточки з спільним колектором з послідовним LC-контуром забезпечення стійкості двохчастотних коливань і двохчастотним термочутливим кварцовим резонатором у ланцюзі, що задає частоту,

лічильник, лічильний вхід якого з'єднаний з виходом фільтра нижніх частот, опорний вхід підключений до виходу подільника частоти, а вихід підключений до блока реєстрації, при цьому виходом двохчастотного термозалежного генератора є точка з'єднання включених у ланцюг живлення генератора ВЧ кабелю і резистора, який відрізняється тим, що в нього введені амплітудний детектор і смуговий фільтр, які своїми виходами підключені до входів фільтра нижніх частот і подільника частоти, відповідно, а входами підключені до виходу двохчастотного термозалежного генератора

2 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що лічильник, подільник частоти і блок реєстрації виконані в мікросхемі однокристалного процесора

Винахід відноситься до галузі (області) техніки температурних вимірів, а саме до пристроїв для вимірювання температури за допомогою пьезокварцевих перетворювачів, і може бути використаний для дослідження чи завдання закону зміни температурних полів різноманітних біологічних чи народногосподарських об'єктів

Відомі пристрої для вимірювання температури (А с СССР № 1747947 Пьезокварцевый преобразователь температуры / В. Ф. Солодовник, В. А. Шевелев, М. П. Чебан и др. // Бюл. изобрет. 1992 № 26 С. 150. А с СССР № 1715034 Устройство для измерения температуры / А. А. Зеленский, В. Ф. Солодовник, В. А. Шевелев и др. // Бюл. изобрет. 1992 № 7 С. 152. А с СССР № 1654680 Устройство для измерения температуры / В. Я. Баржин, А. А. Зеленский, В. Ф. Солодовник и др. // Бюл. изобрет. 1991 № 21 С. 100), що містять двохчастотний термозалежний генератор, виконаний на транзисторі за схемою ємнісної триточки зі спільним колектором з послідовним LC-контуром забезпечення стійкості двохчастотних коливань і двохчастотним термочутливим кварцовим резонатором у ланцюзі, що задає частоту, а також такі пристрої (А с СССР № 1715034 Устройство для измерения температуры / А. А. Зеленский, В. Ф. Солодовник, В. А. Шевелев и др. // Бюл. изобрет.

1992 № 7 С. 152), у яких виходом двохчастотного термозалежного генератора є точка з'єднання включених у ланцюг живлення генератора ВЧ кабелю і резистора

Прототипом за пропонованого пристрою є відомий пристрій для вимірювання температури (А с СССР № 1654680 Устройство для измерения температуры / В. Я. Баржин, А. А. Зеленский, В. Ф. Солодовник и др. // Бюл. изобрет. 1991 № 21 С. 100), що містить двохчастотний термозалежний генератор, виконаний на транзисторі за схемою ємнісної триточки з спільним колектором з послідовним LC-контуром забезпечення стійкості двохчастотних коливань і двохчастотним термочутливим кварцовим резонатором у ланцюзі, що задає частоту, лічильник, лічильний вхід якого з'єднаний з виходом фільтра нижніх частот, опорний вхід підключений до виходу подільника частоти, а вихід підключений до блока реєстрації, у якому виходом двохчастотного термозалежного генератора є, як це зроблено у відомому пристрої (А с СССР № 1715034 Устройство для измерения температуры / А. А. Зеленский, В. Ф. Солодовник, В. А. Шевелев и др. // Бюл. изобрет. 1992 № 7 С. 152), точка з'єднання включених у ланцюг живлення генератора ВЧ кабелю і резистора

В основу винаходу поставлена задача вдоско-

(13) A
46581
(11)
UA
(19)

налення пристрою вимірювання температури шляхом введення в нього нових елементів та зв'язків, що зрештою дозволяє підвищити серійнопридатність пристрою при одночасному забезпеченні алгоритмічної обробки результатів вимірювання при використанні винаходу

Введення відповідно до винаходу амплітудного детектора і смугового фільтра, що своїми виходами підключені до входів фільтра нижніх частот і дільника частоти, відповідно, а входами підключені до виходу двохчастотного термозалежного генератора, приводить до того, що працездатність пропонованого пристрою забезпечується при зміні транзисторів, кварцових резонаторів і зміні режимів їхньої роботи в інтервалі вимірюваних температур двохчастотного термозалежного генератора, і, отже, підвищується серійнопридатність пристрою. Виконання лічильника, дільника частоти і пристрою, що реєструє, у мікросхемі однокристального процесора зменшує кількість використовуваних мікросхем і, отже, дозволяє спростити конструкцію пристрою для вимірювання температури при одночасному забезпеченні алгоритмічної обробки результатів вимірювання

На фіг 1 показана схема пристрою для вимірювання температури (пристрій виготовлено на мікросхемі двохчастотного термозалежного генератора виробництва ПО "Моноліт", м. Харків), на фіг 2 - можливий варіант застосованого в пристрої кварцового резонатора, залежності частот основних кварцованих коливань частот f_1 , f_2 і різниці коливання частоти f_p двохчастотного генератора від температури T і спектр коливань кварцованих (основних) частот f_1 , f_2 (фіг 3, 4)

Пристрій для вимірювання температури містить двохчастотний термозалежний генератор 1, виконаний на транзисторі 2 за схемою ємнісної триточки з спільним колектором з послідовним LC-контуром 3 забезпечення стійкості двохчастотних коливань і двохчастотним термочутливим кварцовим резонатором 4 у ланцюзі, що задає частоту, лічильник 5, лічильний вхід якого з'єднаний з виходом фільтра 6 нижніх частот, опорний вхід підключений до виходу дільника 7 частоти, а вихід підключений до блоку 8 реєстрації, при цьому виходом двохчастотного термозалежного генератора 1 є точка з'єднання включених у ланцюг живлення генератора ВЧ кабелю 9 і резистора 10, а також введені амплітудний детектор 11 і смуговий фільтр 12, що своїми виходами підключені до входів фільтра 6 нижніх частот і дільника 7 частоти, відповідно, а входами підключені до виходу двохчастотного термозалежного генератора 1, і лічильник 5, дільник 7 частоти і пристрій, що реєструє, 8 виконані в мікросхемі 13 однокристального процесора

Пристрій для вимірювання температури працює в такий спосіб

Термозалежний генератор 1 виконаний на біполярному транзисторі 2 за схемою ємнісної триточки зі спільним колектором. Двохчастотний кварцовий резонатор 4 включений у ланцюг генератора, що задає частоту, між колектором і базою транзистора

У пристрої використовується двохелектродний кварцовий резонатор ПЯ-среза, що серійно випускається промисловістю, у якого на частоті f_1 , що

приблизно в 1,2 рази перевищує частоту основного колювання f_2 з позитивним температурним коефіцієнтом, знаходиться ангармонічний обертоном з негативним температурним коефіцієнтом і динамічним опором, у 2 - 3 рази більшим, ніж на основному колюванні. Можливе застосування кварцового резонатора (див фіг 2) з виконанням на тій же п'єзопластині акустичне зв'язаним з першим і електричне закороченим другим кварцовим резонатором, що має два резонанси зв'язку на частотах f_{c1} , f_{c2} і диференційно чутливим до змін температури, тому що частоти зв'язку визначаються в такий спосіб

$$f_{c1} = f_0[1 + K_d(T)/2], \quad f_{c2} = f_0[1 - K_d(T)/2]. \quad (1)$$

Термозалежний генератор на основі триточкового генератора на транзисторі з ємнісним зв'язком виконаний двохчастотним, для чого емітер транзистора через послідовний LC-контур 3 з'єднаний із загальною шиною джерела живлення. Тому колекторний струм і, отже, струм живлення генератора являють собою багаточастотне коливання, що містить спектр складових частот

$$f_{mn} = mf_1 \pm nf_2, \quad (2)$$

де m , n - цілі числа,

f_1 і f_2 ($m = 1, n = 0$ і $m = 0, n = 1$) - кварцовані частоти. Комбінаційні складові частот f_{mn} можуть мати різні амплітуди в залежності від робочої точки нелінійної характеристики, на якій відбувається нелінійне перетворення. При цьому в генераторі 1 можливі ситуації, коли амплітуди складових зменшуються або складові цілком вироджуються. Тому в устрої-прототипі при зміні транзистора або кварцового резонатора, а також при зміні режиму, зокрема, при зміні параметрів транзистора чи резонатора в діапазоні температур можливі ситуації зменшення амплітуди або повне зникнення різниці коливання частоти $f_p = f_1 - f_2$, що призводить до порушення працездатності устрою-прототипу

У пропонованому пристрої багаточастотне колювання з виходу генератора 1 надходить на введений амплітудний детектор 11. У ньому здійснюється нелінійне перетворення многочастотного сигналу (2) і на виході формується різницеве колювання частоти f_p , тому що робоча точка детектора 11 обрана на ділянці необхідної нелінійності і не залежить від параметрів транзистора або кварцового резонатора генератора 1. У зв'язку з цим працездатність пропонованого пристрою забезпечується для різних транзисторів, кварцових резонаторів і режимів їхньої роботи в інтервалі вимірюваних температур генератора 1, а отже, підвищується серійнопридатність пристрою.

Різницеве колювання є найбільш низькочастотним, тобто

$$f_p \ll f_{1,2c}, \quad (3)$$

тому це колювання одфільтровується фільтром 6 нижніх частот і подається на лічильний вхід лічильника 5.

На вхід дільника 7 частоти через смуговий фільтр 12 з невисокою вибірковою надходить двохчастотне колювання частот f_1 , f_2 . Двохчастотне колювання являє собою колювання биттів, тобто колювання, частота $f_6(t)$ якого промодульо-

вана з частотою $f_p = f_1 - f_2$ і дорівнює

$$f_0 = f_2 \pm f_p \cos 2\pi f_p t, \quad (4)$$

де $k = A_1/A_2$ - співвідношення амплітуд коливань частот f_1, f_2

Дільник 7 частоти поділяє частоту f_0 на N і одночасно усереднює її в часі на період вихідного коливання. При цьому частота вихідного коливання дільника частоти

$$f_s = (f_2 \pm \sigma f_2)/N = (f_2/N)(1 \pm \sigma f_2/f_2), \quad (5)$$

$$\text{де } \sigma f_2 \leq f_2 k/N \text{ и } \sigma f_2/f_2 \leq k/N.$$

Таким чином, на виході дільника 7 частота f_s коливання відрізняється від частоти f_2/N на відносну величину, що не перевищує $k/N \approx 10^{-7}$, причому при $f_p/N/f_2 = 2\pi$, де $l = 0, 1, 2$, $\sigma f_2/f_2 = 0$, тобто частота f_s вихідного коливання дільника частоти точно дорівнює діленій на N частоті f_2 кварцованого коливання. Це дозволяє для формування на опорному вході лічильника 5 опорного коливання частоти f_2 використовувати перед дільником 7 частоти низьковибірний смуговий фільтр 12, задачею якого є відділення коливання биттів частот f_1, f_2 від далеко віддалених від них по частоті різниці сумарного коливань частот f_p, f_0 . При цьому не потрібно виділяти це коливання з ланцюга кварцового резонатора, вносячи в ланцюг генератора, що задає частоту, нестабільність навантаження й у деяких випадках порушуючи умови регенерації і працездатність генератора 1, як це було в пристрої-прототипі. Тому введення смугового фільтра 12 також приводить до більш надійної роботи і, отже, до підвищення серійнопридатності пропонованого пристрою.

При застосуванні кварцового резонатора ПЯ-среза з коливаннями основного й ангармонічного обертонів чи акустичне зв'язаного кварцового резонатора (див. Фіг. 2) з коливаннями на двох частотах зв'язку частоти f_1 і f_2 генератори 1 лінійно залежать від температури T (див. Фіг. 2, б)

$$f_1 = k_1 T + F_1, \quad f_2 = k_2 T + F_2, \quad k_1/k_2 < 0. \quad (6)$$

Тоді крутість характеристики перетворення температури T в цифру $m = f_p(f_2/N)$ визначається так

$$S = \frac{\partial m}{\partial T} = N \frac{k_1 \cdot F_2 - k_2 \cdot F_1}{(k_2 \cdot T + F_2)^2}. \quad (7)$$

У пристрої з опорним генератором ($k_2 = 0$ і $f_2 = F_2 = \text{const}$) крутість характеристики перетворення

$$S_H = N k_1 / F_2. \quad (8)$$

Таким чином, вираз по крутості (чутливості) пропонованого пристрою щодо пристрою з опорним генератором

$$K_s = |S/S_H| = \frac{F_2(k_1 \cdot F_2 - k_2 \cdot F_1)}{k_1(k_2 \cdot T + F_2)^2}. \quad (9)$$

Наприклад, при $k_1/k_2 = -1,2$ і $F_1/F_2 = 1,2$ (випадок кварцового резонатора ПЯ-среза) вираз по чутливості $K_s \approx 2$

У розглянутому пристрої для вимірювання температури відсутній опорний генератор, що визначає простоту цього технічного рішення (у відомих пристроях опорний генератор, як правило, виконують термостатизованим із прецизійними

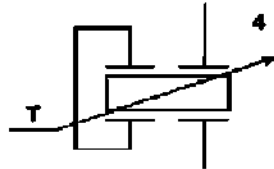
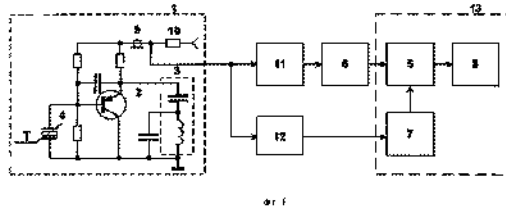
кварцовими резонаторами, тому він являє собою коштовний (дорогий) і габаритний вузол). При цьому чутливість такого пристрою вище, ніж у термометра з опорним генератором. Застосування одного кварцового резонатора для формування лічильної й опорної частот перетворювача "частота - цифра" підвищує еталонність (довгострокову стабільність) пристрою, тому що його старіння приводить до взаємозалежних змін лічильної й опорної частот. Це важко зробити в пристрої з двома окремими термочутливим і опорним кварцовими резонаторами. Крім цього використання в якості виходу генератора 1 крапки з'єднання ВЧ кабелю 9 і резистора 10, включених у ланцюг живлення генератора, дозволяє винести від приладової частини пристрою на необхідну відстань вимірювальний пробник температури (генератор 1 з термочутливим резонатором 4), виконати такий вимірювальний пробник у вигляді мікросхеми (див. 1, наприклад, фото 1 мікросхеми генератора виробництва ПО "Моноліт", м. Харків), зменшивши його розміри і теплову інерційність.

Функції розподілу частоти, рахування кількості імпульсів термозалежного коливання, забезпечення роботи пристрою, що реєструє, можуть бути виконані мікросхемами однокристальних процесорів. Пропоноване виконання лічильника 5, дільника 7 частоти і пристрою, що реєструє, 8 у мікросхемі 13 однокристального процесора дозволить спростити конструкцію при одночасному забезпеченні алгоритмічної обробки результатів вимірювання температури. Алгоритмічна обробка дозволить врахувати нелінійність характеристики перетворення $m = f_p(f_2/N)$ температури T у код температури m .

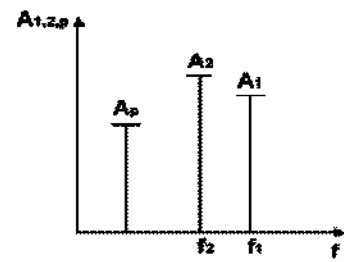
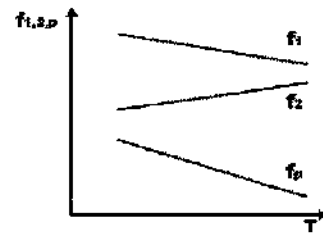
Таким чином, пропозиція того, що в пристрій для вимірювання температури, що містить двохчастотний термозалежний генератор, виконаний на транзисторі за схемою ємнісної триточки з спільним колектором з послідовним LC-контуром забезпечення стійкості двохчастотних коливань і двохчастотним термочутливим кварцовим резонатором у ланцюзі, що задає частоту, лічильник, лічильний вхід якого з'єднаний з виходом фільтра нижніх частот, опорний вхід підключений до виходу дільника частоти, а вихід підключений до блоку реєстрації, при цьому виходом двохчастотного термозалежного генератора є точка з'єднання включених у ланцюг живлення генератора ВЧ кабелю і резистора, відповідно до винаходу введені амплітудний детектор і смуговий фільтр, що своїми виходами підключені до входів фільтра нижніх частот і дільника частоти, відповідно, а входами підключені до виходу двохчастотного термозалежного генератора, і тим, що лічильник, дільник частоти і пристрій, що реєструє, виконані в мікросхемі однокристального процесора, дозволяють одержати позитивний результат, що полягає в підвищенні серійнопридатності і спрощенні конструкції при одночасному забезпеченні алгоритмічної обробки результатів вимірювання.

7

46581



8



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71