



УКРАЇНА

(19) UA (11) 86967 (13) C2
(51) МПК (2009)
H01H 51/00
G01R 27/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КОМУТАТОР СИГНАЛІВ НИЗЬКОГО РІВНЯ

1

2

(21) а200610833

(22) 13.10.2006

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл.№ 11, 2009 р.

(72) КОЧАН ОРЕСТ ВОЛОДИМИРОВИЧ, КОЧАН РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, КОЧАН ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ, БАРИЛО ГРИГОРІЙ ІВАНОВИЧ

(73) ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

(56) UA 2004032136, 15.10.2004

US 3701960, 31.10.1973

US 4084142, 11.04.1978

SU 445085, 18.11.1974

SU 446136, 21.05.1975

SU 896698, 07.01.1982

GB 995432, 16.06.1965

US 3488760, 06.02.1970

(57) 1. Комутатор напруги низького рівня на базі герконових реле, що містить два реле з незалежним керуванням, кожне з яких має два геркони, контакти яких з'єднані паралельно з перехрещенням, причому місця впаювання контактів герконів у друковану плату покриті теплоізоляційним компаундом, який відрізняється тим, що реле розміщені з двох сторін друкованої плати, на всі контакти герконів одягнуті термостійкі теплоізолюючі трубки, наприклад фторопластові, а відповідні, з'єднані по схемі, контакти герконів впаяні з надлишком припою в одну двосторонню контактну площадку друкованої плати з мінімальною відстанню між ними.

2. Комутатор напруги низького рівня за п.1, який відрізняється тим, що кожна двостороння контактна площадка друкованої плати, в яку впаяні контакти герконів, має додаткові перехідні отвори, куди впаяні теплопровідні, наприклад мідні, стержні, а на обох сторонах згаданої контактної площадки розміщені теплопровідні, наприклад мідні, кільця, що охоплюють перехідні отвори, в які впаяні контакти герконів, причому ці кільця покриті згаданим надлишком припою таким чином, що створюють з ним єдине ціле.

3. Комутатор напруги низького рівня за п.1, який відрізняється тим, що вихідна пара двосторонніх контактних площадок друкованої плати розміщена з мінімальним зазором між ними, який заповнений теплопровідною пастою, наприклад, на базі окису берилію.

Запропонований комутатор відноситься до пристроїв вимірювальної техніки, а саме, до систем прецизійного вимірювання електричних величин, особливо, опору, при низькому рівні напруги у вимірювальному колі. Зокрема, запропонований комутатор призначений для використання в системах вимірювання неелектричних величин з допомогою різних давачів (сенсорів), які перетворюють ці неелектричні величини в електричний сигнал опору (зокрема, термометрів опору, тензоперетворювачів опору і т.д.), особливо при жорстких обмеженнях на потужність, яка виділяється на вимірюваному опорі (що одночасно обмежує спад напруги на вимірюваному опорі) і може бути використаний в лабораторіях Держстандарту, лабораторіях мір і вимірювальних приладів, лабораторіях підприємств різних форм власності, для багатото-

чкових прецизійних вимірювальних і вимірювально-керуючих систем і мереж, а також систем автоматизованої повірки.

До вимірювальних пристроїв і систем, які обслуговують складні об'єкти, звичайно під'єднують багато давачів. При цьому використовують дві структури систем [Цапенко М.П. Измерительные информационные системы.: Учебное пособие для вузов. -2-е изд., - М.: Энергоатомиздат, 1985.] - багатоканальну (в якій до кожного давача під'єднують окремий вимірювальний канал) і багатоточкову (в якій кожен давач під'єднують з допомогою комутатора до спільного вимірювального каналу). Очевидно, що багатоточкова структура, по-перше, економічно вигідніша і, по-друге, дозволяє забезпечити вищу точність (шляхом збільшення затрат на вдосконалення спільного вимірювального кана-

(13) C2

(11) 86967

(19) UA

лу), тому вона повинна була б витіснити багатоканальну. Однак в багатоточковій структурі велику роль грає похибка комутатора, яка особливо сильно впливає на результат вимірювання при комутації сигналів низького рівня. Тому, на сьогодні, багатоканальна структура широко використовується в ряді галузей.

Додатковою вимогою до комутаторів багатоточкової структури є необхідність зберігати високу точність передачі при дії завад - як загального виду (напруга між провідниками лінії під'єднання давача і колом заземлення вимірювальної системи), так і міжканальних (напруга між провідниками ліній під'єднання окремих давачів). Для окремих типів давачів напруги згадані завади можуть перевищувати 500 Вольт [R. Kochan, O. Berezky, A. Karachka, O. Bojko, I. Maruschak. Development of the integrating analog to digital converter for distributive data acquisition systems with improved noise immunity. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. February 2002, Number 1, Volume 51, pp.96-101.]. Тому, по-перше, звичайно комутатори сигналів давачів комутують всі провідники лінії під'єднання [Гордов А.Н. Малков Я.В., Эргардт Н.Н., Ярышев Н.А. Точность контактных методов измерения температуры. М.: Издательство стандартов, 1976.], а подруге, часто такі комутатори будують на електромагнітних контактних реле, бо всі відомі інтегральні комутатори при великих напругах завад виходять з ладу.

Відомий спосіб корекції похибок вимірювання, що полягає на усередненні двох (або парної кількості) результатів вимірювання, в які дана похибка (вплив якої на результат вимірювання ми хочемо зменшити) входить з протилежним знаком [Проненко В.И., Якирин Р.В. Метрология в промышленности. -К.: Техника, 1979; Тюрин Н.И. Введение в метрологию. М., Изд-во стандартов, 1976.]. Цей спосіб часто використовують при вимірюванні опору за допомогою потенціометричної схеми з чотирьох-провідним підключенням вимірюваного опору для зменшення впливу паразитних е.р.с. у вимірювальному колі. Реалізують спосіб шляхом проведення двох вимірювань опору при різних напрямках струму через вимірюваний опір і полярності підключення засобу вимірювання напруги [Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2т./М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін.; За ред. Б.Стадника. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005.]. Тоді в обидва результати вимірювання значення паразитних е.р.с. ввійдуть з різними знаками і, при обчисленні середнього значення, взаємно зменшують (знищують) свій вплив. Цей спосіб є найбільш ефективним при прецизійних вимірюваннях опору з обмеженою потужністю, виділення якої можна допустити в процесі вимірювань. Обмеження потужності часто диктуються допустимою зміною температури вимірюваного опору під дією цієї потужності. Наприклад, при вимірюванні температури термометрами опору, потужність, яка виділяється у термометрі, приводить до виникнення методичної похибки від самонагріву термометра опору [Гордов А.Н. Малков Я.В., Эргардт Н.Н., Ярышев Н.А. Точность контактных методов изме-

рения температуры. М.: Издательство стандартов, 1976]. Це змушує обмежувати струм термометра, тим самим збільшуючи вплив на результат вимірювання паразитних електрохімічних та термо-е.р.с. які виникають у вимірювальному колі. Слід відзначити, що вимірювальні кола термометрів опору звичайно складаються з різних матеріалів - платини (сам термометр опору), родію (виводи термометра опору), срібла або нікелю (проводи в захисному чохлі термометра), міді (лінія зв'язку). Звичайно вони мають досить велику довжину (яка визначається відстанню від об'єкта вимірювання до інформаційно-вимірювальної системи) і на них діють різні джерела теплових і хімічних впливів. Тому в таких вимірювальних колах неухильно виникають паразитні е.р.с.

Відомі комутатори на звичайних електромагнітних контактних реле [Александров В.С., Прянишников В.А. Приборы для измерения малых напряжений и токов. Л. "Энергия", 1971.; Калиничук Б.А., Пичугин О.А. Модуляторы малых сигналов. - 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1980.; Пичугин О.А., Аксенов Ю.П. Экспериментальные исследования шумов вибропреобразователей: [Сб. докладов конференции по измерению малых токов и напряжений]. - Л.: ЛДНТП, 1968.]. Однак похибка такого комутатора буде досить великою (до 50...100мкВ) через виникнення на контактах реле окисних плівок і накопичення на них забруднень. Тоді, при замиканні забруднених контактів, за рахунок конденсації вологи на них, виникає електрохімічна е.р.с. [Александров В.С., Прянишников В.А. Приборы для измерения малых напряжений и токов. Л. "Энергия", 1971.; Калиничук Б.А., Пичугин О.А. Модуляторы малых сигналов. - 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1980.], тобто створюється гальванічний елемент, е.р.с. якого сумується з сигналом згаданий спосіб зміни полярності вимірювального струму при використанні звичайних електромагнітних контактних реле не дає значного підвищення точності, тому що паразитні е.р.с. окремих контактів не рівні між собою і мають значні індивідуальні зміни в процесі експлуатації через зміну вологості, забруднень, тощо.

Значно кращі характеристики мають комутатори на базі реле з герметизованими магнітокеріваними контактами (герконові реле), де згадані похибки від електрохімічних е.р.с. відсутні [Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2т./М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін.; За ред. Б.Стадника. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005.; Александров В.С., Прянишников В.А. Приборы для измерения малых напряжений и токов. Л. "Энергия", 1971.; Калиничук Б.А., Пичугин О.А. Модуляторы малых сигналов. - 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1980.; Пичугин О.А., Аксенов Ю.П. Экспериментальные исследования шумов вибропреобразователей [Сб докладов конференции по измерению малых токов и напряжений]. - Л.: ЛДНТП, 1968.]. Однак в місці впаювання пермалоевого виводу геркона в друковану плату з мідними провідниками виникає термопара (точка з'єднання двох різнорідних металів). Чутли-

вість цієї термопари, залежно від температури оточуючого середовища, досягає 30...50мкВ/°С [Цапенко М.П. Измерительные информационные системы.: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., - М.: Энергоатомиздат, 1985.; Пичугин О.А., Аксенов Ю.П. Экспериментальные исследования шумов вибропреобразователей: [Сб. докладов конференции по измерению малых токов и напряжений]. - Л.: ЛДНТП, 1968.]. Теплові потоки, які обов'язково існують у вимірювальній системі (викликані впливом зовнішнього середовища і нагрівом елементів системи споживаним струмом, зокрема, нагрівом обмотки керування самого герконового реле), створюють градієнти температури, а це приводить до генерації описаною термопарою е.р.с. Похибка, яку викликає ця паразитна е.р.с, залежить від конструкції комутатора. Для звичайних комутаторів, в конструкції яких не передбачені додаткові заходи для зменшення градієнтів температури (наприклад, Ф240, Ф799), ця похибка складає 20...40мкВ [Пичугин О.А., Аксенов Ю.П. Экспериментальные исследования шумов вибропреобразователей: [Сб. докладов конференции по измерению малых токов и напряжений]. -Л.: ЛДНТП, 1968.].

Відомо використання спеціальних термовирівнювача для зменшення градієнту температури між выводами герконів [Белоусов И.А. Повышение точности многоканальных измерительных устройств с термоэлектрическими преобразователями: Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.- Львов, ФМИ, 1991.; Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы, - К.: Техника, 1981], що веде до зменшення паразитної е.р.с. Відомі термовирівнювачі дозволяють зменшити паразитну е.р.с. до значень 0,1...1мкВ. Однак конструкція цих термовирівнювачів або дуже складна [Белоусов И.А. Повышение точности многоканальных измерительных устройств с термоэлектрическими преобразователями: Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.- Львов, ФМИ, 1991.], або різко збільшує розміри і масу реле [Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы, - К.: Техника, 1981], а значить і відповідні параметри комутатора.

Відомий спосіб зменшення паразитних е.р.с. комутатора на герконових реле шляхом заливки плати комутатора спеціальними компаундами [Преобразователь измерительный цифровой многоканальный Ш711/1. Комплект документации ЗПИ.499.434.; Keithley Instruments, Inc. Scanning Multimeter Facilitates Multipoint Automated Testing. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. December 1998, Vol.1, No.4.]. Але тоді до компаунду, яким заливають плату в цілому або тільки місця впаювання герконів, ставляться суперечливі вимоги - він повинен мати одночасно високу теплопровідність для доброго вирівнювання температур выводів і низьку теплопровідність для захисту выводів від зовнішніх теплових потоків. Крім того, така конструкція погано протидіє впливу градієнта температури, який виникає при дії теплового потоку вздовж выводів геркона. А власне такий тепловий потік викликає обмотка керування герконом, яка нагрівається робочим струмом реле, тому його

усунути неможливо. В результаті похибка комутаторів такої конструкції досягає 2...6мкВ [Преобразователь измерительный цифровой многоканальный Ш711/1. Комплект документации ЗПИ.499.434.; Keithley Instruments, Inc. Scanning Multimeter Facilitates Multipoint Automated Testing. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. December 1998, Vol.1, No.4.].

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого комутатора сигналів низького рівня є комутатор напруги низького рівня на базі герконових реле [Keithley Instruments, Inc. Scanning Multimeter Facilitates Multipoint Automated Testing. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. December 1998, Vol.1, No.4.], що містить два реле з незалежним керуванням, кожне з яких має два геркони, контакти яких з'єднані паралельно з перехрещенням, причому місця впаювання контактів герконів у друковану плату покриті теплоізоляційним компаундом.

Однак при використанні такого комутатора для прецизійного вимірювання опору шляхом проведення двох вимірювань при різних напрямках струму необхідно задіяти два незалежні канали (окремо для кожного напрямку струму) Це суттєво ускладнює комутатор, збільшує площу друкованої плати, а головне - збільшує сумарну паразитну е.р.с. в $\sqrt{2}$ разів (в зв'язку з тим, що паразитні е.р.с. кожного реле в комутаторі практично не корелюються між собою), тобто до значень 0,15...0,75мкВ.

Заявлений комутатор усуває недоліки прототипу і зменшує паразитну е.р.с. комутатора на базі герконових реле до значень 0,05...0,2мкВ при використанні в схемах прецизійного вимірювання опору шляхом проведення двох вимірювань при різних напрямках струму без ускладнення комутатора без збільшення площі друкованої плати збільшення кількості деталей і маси.

Технічний результат досягається тим, що реле розміщені з двох сторін друкованої плати, на всі контакти герконів одягнуті термостійкі теплоізолюючі трубки, наприклад, фторопластові, а відповідні, з'єднані по схемі, контакти герконів впаєні з надлишком припою в одну двосторонню контактну площадку друкованої плати з мінімальною відстанню між ними. Кожна двостороння контактна площадка друкованої плати, в яку впаєні контакти герконів, має додаткові перехідні отвори, куди впаєні теплопровідні, наприклад, мідні, стержні, а на обох сторонах згаданої контактної площадки розміщені теплопровідні, наприклад, мідні, кільця, що охоплюють перехідні отвори, в які впаєні контакти герконів, причому ці кільця покриті згаданим надлишком припою таким чином, що створюють з ним єдине ціле. Вихідна пара двосторонніх контактних площадок друкованої плати розміщена з мінімальним зазором між ними, який заповнений теплопровідною пастою, наприклад, на базі окису берилію Кожен канал комутатора містить два герконові реле, які мають по два геркони кожне, незалежне керування і розміщені з двох сторін друкованої плати одне напроти одного. Контакти їх герконів ввімкнені паралельно, причому одна пара контактів одного з реле впаєна з перехрещенням таким чином, що при почерговому вмиканні реле

проходить заміна полярності вихідної напруги відносно вхідної. На всі контакти герконів цих реле одягнуті термостійкі теплоізолюючі трубки, наприклад, фторопластові. З'єднані по схемі контакти впаяні з надлишком припою в одну двосторонню контактну площадку друкованої плати з мінімальною відстанню між контактами. Вихідна пара двосторонніх контактних площадок друкованої плати розміщена з мінімальним зазором між ними, який заповнений теплопровідною пастою, наприклад, на основі окису берилію. Додаткового зниження паразитної е.р.с. комутатора можна досягнути тим, що, по-перше, кожна двостороння контактна площадка друкованої плати, в яку впаяні контакти герконів, має додаткові перехідні отвори, куди впаяні теплопровідні, наприклад, мідні, стержні, а, по-друге, на обох сторонах згаданої контактної площадки розміщені теплопровідні, наприклад, мідні, кільця, що охоплюють перехідні отвори, в які впаяні контакти герконів, причому ці кільця покриті згаданим надлишком припою таким чином, що створюють з ним єдине ціле і дозволяють отримати пайки заданої форми - достатньо високі, щоби забезпечити проходження теплового потоку ззовні до місця стикування припою з пермалоевим виводом герконового реле.

При проведенні патентного пошуку заявником знайдено технічне рішення, [Keithley Instalments, Inc. Scanning Multimeter Facilitates Multipoint Automated Testing IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. December 1998, Vol.1, No.4.], яке містить найбільшу кількість суттєвих ознак спільним з заявленим пристроєм (два реле з незалежним керуванням, кожне з яких має два герконових контакти яких з'єднані з перехрещенням, причому місця впаювання контактів герконів у друковану плату покриті теплоізоляційним компаундом).

Однак, наявність зазначених спільних з прототипом ознак, недостатня для отримання технічного результату, який забезпечує заявлений пристрій. Технічних рішень, які б за сукупністю ознак співпадали з заявленим пристроєм - не виявлено. Це дозволяє зробити висновок про відповідність заявленого технічного рішення критерію "новизна".

У патентній і технічній літературі не знайдено технічних рішень що відрізняють заявлений пристрій від прототипу і забезпечують досягнення технічного результату реле розміщені з двох сторін друкованої плати, на всі контакти герконів одягнуті термостійкі теплоізолюючі трубки, наприклад, фторопластові, а відповідні, з'єднані по схемі, контакти герконів впаяні з надлишком припою в одну двосторонню контактну площадку друкованої плати з мінімальною відстанню між ними; кожна двостороння контактна площадка друкованої плати, в яку впаяні контакти герконів, має додаткові перехідні отвори, куди впаяні теплопровідні, наприклад, мідні, стержні, а на обох сторонах згаданої контактної площадки розміщені теплопровідні, наприклад, мідні, кільця, що охоплюють перехідні отвори, в які впаяні контакти герконів, причому ці кільця покриті згаданим надлишком припою таким чином, що створюють з ним єдине ціле; вихідна пара двосторонніх контактних площадок друкова-

ної плати розміщена з мінімальним зазором між ними, який заповнений теплопровідною пастою, наприклад, на базі окису берилію.

Отже, заявлене технічне рішення не впливає явним чином з рівня техніки, що дозволяє зробити висновок про відповідність його критерію "винахідницький рівень"

Запропонований комутатор відноситься до пристроїв вимірювальної техніки, а саме, до систем прецизійного вимірювання електричних величин, особливо, опору, при низькому рівні напруги у вимірювальному колі. Зокрема, запропонований комутатор призначений для використання в системах вимірювання неелектричних величин з допомогою різних давачів (сенсорів), які перетворюють ці неелектричні величини в електричний сигнал опору (зокрема, термометрів опору, тензоперетворювачів опору і т.д.), особливо при жорстких обмеженнях на потужність, яка виділяється на вимірюваному опорі (що одночасно обмежує спад напруги на вимірюваному опорі) і може бути використаний в лабораторіях Держстандарту, лабораторіях мір і вимірювальних приладів, лабораторіях підприємств різних форм власності, для багаточислових прецизійних вимірювальних і вимірювально-керуючих систем і мереж, а також систем автоматизованої повірки. А тому відповідає критерію "промислово придатність".

Таким чином, заявлене технічне рішення є новим, промислово придатним, має винахідницький рівень, тобто відповідає всім умовам патентоспроможності винаходу відповідно до статті 7 Закону України "Про охорону прав і корисні моделі" №1771-III. Комутатор сигналів низького рівня зображений на Фіг.1 принципова схема вимірювального кола системи вимірювання опору, наприклад, термометра опору R_t , по методу заміщення при його чотирьох-провідному підключенні.

На Фіг.2. переріз друкованої плати запропонованого комутатора в площині впаювання контактів герконів для вихідних контактів герконових реле.

На Фіг.3. переріз друкованої плати запропонованого комутатора в площині впаювання контактів герконів для вхідних контактів герконових реле.

На Фіг.4. форма контактів друкованої плати запропонованого комутатора.

Для оцінки здатності запропонованого комутатора компенсувати паразитні е.р.с. на Фіг.1 представлена принципова схема вимірювального кола системи вимірювання опору, наприклад, термометра опору R_t , по методу заміщення його взірцевою котушкою R_n при чотирьох-провідному підключенні R_t і R_n . Полярність паразитних е.р.с. в схемі представлена виходячи з умови, що температура пермалоевих контактів герконів, через їх нагрів обмоткою керування герконовим реле, вища, ніж мідних провідників друкованої плати. При ввімкненні реле Ks_1 (контакти Ks_{11} , Ks_{12}) і Km_1 (контакти Km_{11} , Km_{12}) струм проходить через вимірюваний опір R_t зверху вниз, вектор спаду напруги на R_t буде спрямований знизу вгору. При цьому на вихід 1 комутатора поступає додатній потенціал, а на вихід 2 - від'ємний. При ввімкненні реле Ks_2 (контакти Ks_{21} , Ks_{22}) і Km_2 (контакти Km_{21} , Km_{22}) струм проходить через вимірюваний опір R_t знизу вгору,

вектор спаду напруги на R_t буде спрямований зверху вниз. При цьому на вихід 1 комутатора також поступає додатний потенціал, а на вихід 2 - від'ємний. Однак паразитні е.р.с., зокрема E_{pr} , будуть в першому випадку додаватися до спаду напруги на R_t , а в другому - відніматися. Тому середнє значення напруг на R_t буде інваріантним щодо напрямку і значення E_{pr} . Для того, щоби визначити вплив на вихідний сигнал комутатора паразитних е.р.с. контактів комутатора $E_1...E_8$, запишемо рівняння вихідної напруги комутатора, складені на базі другого закону Кірхгофа для обох напрямів струму через R_t .

$$U_{1-2}^1 = -E_5 + E_1 + U_{R_t} + E_{pr} - E_4 + E_8 \quad (1)$$

$$U_{1-2}^2 = -E_7 + E_3 - E_{pr} + U_{R_t} - E_2 + E_6 \quad (2)$$

В зв'язку з тим, що контакти герконових реле впаяні в одні і ті ж контактні площадки, кожна з яких має своє значення температури, відповідні пари паразитних е.р.с. будуть рівні між собою:

$$E_1 = E_2, E_3 = E_4, E_5 = E_7, E_6 = E_8 \quad (3)$$

Підставивши (3) в (1) і (2), знайшовши середнє значення з (1) і (2) та звівши подібні, отримаємо

$$U_{1-2}^1 + U_{1-2}^2 = E_5 - E_7 + E_8 + E_6 + 2U_{R_t} \quad (4)$$

Як видно з (4), паразитні е.р.с. E_{pr} в колі вимірюваного опору R_t і входу комутатора $E_1...E_4$ компенсуються і не впливають на результат вимірювання. Однак паразитні е.р.с. виходу комутатора $E_5...E_8$ не компенсуються і на результат вимірювання впливають. Для усунення їх впливу на результат вимірювання, з врахуванням (3) необхідно забезпечити рівність всіх паразитних е.р.с. на виході комутатора

$$E_5 = E_7 + E_6 = E_8 \quad (5)$$

Умову (5) можна виконати, забезпечивши рівність температур контактних площадок, до яких припадають контакти герконів, що створюють вихід комутатора, шляхом виконання проміжку між ними малим і заповнення цього проміжку теплопровідною пастою, наприклад, на базі окису берилію. В цьому випадку на середнє значення вихідної напруги комутатора будуть впливати тільки індивідуальні відхилення паразитних е.р.с. і їх зміни за час двох вимірювань. Ці відхилення і зміни, по відношенню до самих паразитних е.р.с. є величинами другого порядку малості, тому, як показали результати експериментальних досліджень, таке виконання комутатора сигналів низького рівня дозволяє досягнути поставлену мету і забезпечити зменшення паразитної е.р.с. комутатора до значень 0,05...0,2 мкВ при вимірюванні опору з використанням зміни напрямку струму.

Таким чином, розглянуті ознаки запропонованого комутатора є суттєвими, оскільки вони безпосередньо впливають на досягнення мети. При цьому всі додаткові конструктивні елементи комутатора є необхідними для досягнення мети. Мета може бути досягнута тільки при їх сукупному використанні - усунення хоч однієї ознаки погіршить умови вирівнювання температури, що різко збільшить паразитні е.р.с. Тому розглянуті ознаки запропонованого комутатора є також необхідними.

Суть винаходу пояснюють креслення Фіг.2, 3 і 4. На Фіг.2 представлено переріз друкованої плати

пропонованого комутатора (одного каналу) в площині впаявання контактів герконів для вихідних контактів герконових реле, на Фіг.3 - для вихідних контактів герконових реле, а на Фіг.4 - форма контактів друкованої плати запропонованого комутатора, в які впаяють герконові реле.

Як видно з Фіг.2, герконові реле 1 комутатора впаяно виводами 2, на які одягнуто термостійкі термоізолюючі трубки 3, в плату 4. Виводи 2 верхнього реле впаяні з перехрещенням для того, щоби реалізувати зміну полярності вихідного сигналу комутатора при зміні напрямку струму через резистор, опір якого вимірюється. Пайка 5 здійснюється з надлишком припою таким чином, щоби вона покрила трубки 3, тобто місце з'єднання пермалоевого виводу геркона з припоєм виявилось всередині пайки 5. Це дозволяє краще вирівняти температури робочих кінців термопар, які створюються пермалоевими виводами герконів 2 і мідними контактами друкованої плати 6. Однак для вихідних контактів герконів необхідно теж забезпечити рівність температур обох пайок 5, тобто виконання умови (5). Для цього простір між пайками заповнено теплопровідною пастою 7, наприклад, на основі окису берилію (наприклад, типу КТП-8). Обидві пайки 5, разом з пастою 7, покриті теплоізоляційним компаундом 8. Для покращення теплового контакту між верхньою та нижньою половинами пайки 5 використано теплопровідні стержні 9 (наприклад, мідні), впаяні в додаткові отвори контактів 6. З метою надання пайкам 5 форми, яка забезпечить відповідне заглиблення місця з'єднання пермалоевого виводу геркона з припоєм і подальшого збільшення теплопровідності пайок 5, перед пайкою на контакти друкованої плати 6 встановлюють кільця 10 (наприклад, мідні). В процесі пайки кільця 10 заливають припоєм так, щоби отримати форму пайок, близьку до зображених на Фіг.2.

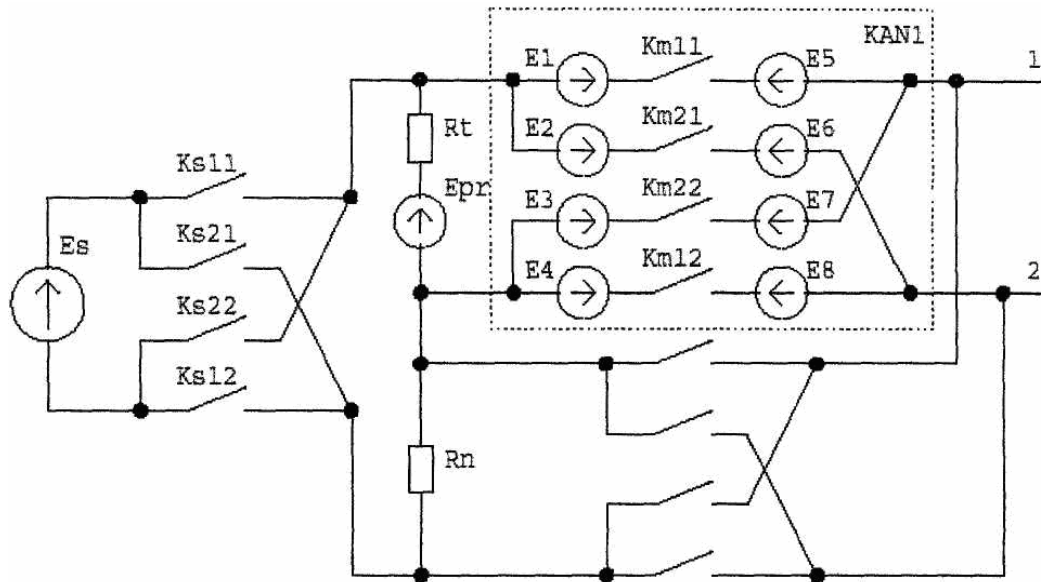
Конструкція вузла впаявання в друковану плату вхідних контактів герконових реле комутатора (див. Фіг.3) аналогічна описаній, хоча дещо простіша. Відповідно до умов (3), на вході необхідно забезпечити тільки рівність температур виводів герконів, які впаяні в одну пайку 5 і немає необхідності заповнення проміжку між пайками теплопровідною пастою.

На представленій на Фіг.4 формі контактів друкованої плати запропонованого комутатора, в центрі розміщено отвори, в які впаяють герконові реле. По периметру цих контактів розміщено додаткові отвори, в які впаяють теплопровідні стержні 9. Діаметр додаткових отворів і їх кількість повинні бути якомога більшими, щоби забезпечити мінімальний тепловий опір між верхньою та нижньою половинами пайки 5.

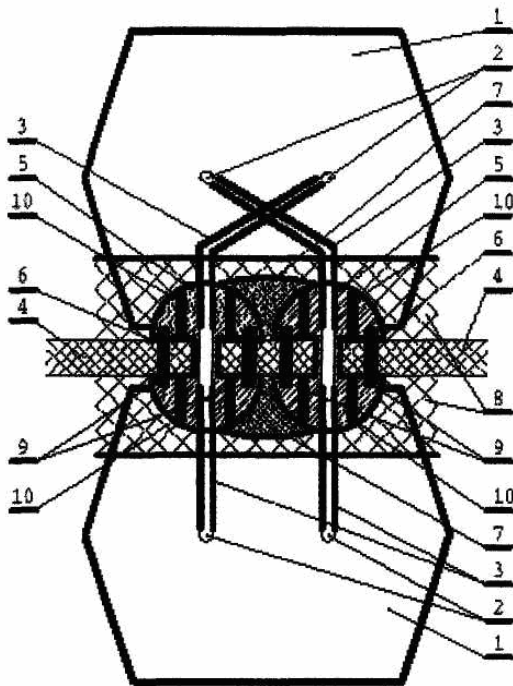
Використання запропонованого технічного рішення дозволяє створювати прецизійні вимірювальні та керуючі багатоточкові системи вимірювання опору та неелектричних величин на базі перетворювачів опору, метрологічні характеристики яких кращі за метрологічні характеристики багатоканальних систем за рахунок можливості виділити більше ресурсів на підвищення точності спільного вимірювального каналу. Пропонований комутатор забезпечує кращі метрологічні характе-

ристики також існуючих багатоточкових систем через менші паразитні е.р.с. Він може бути використаний у високоточних системах керування технологічними процесами, зокрема, в прецизійних системах вимірювання температури і керування термічним обладнанням, наприклад, в електронній промисловості та металургії багатоконпонентних сплавів. Запропонований комутатор також може використовуватися при проведенні досліджень

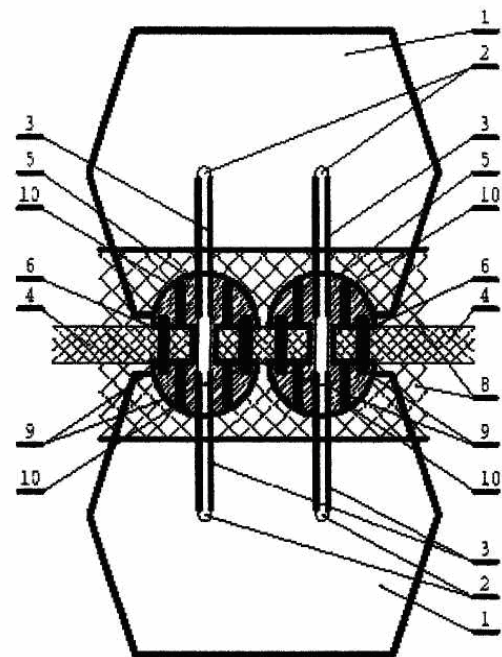
різних конструкцій з допомогою тензометрів. Крім того, запропонований комутатор сигналів низького рівня може знайти широке застосування і в метрології, зокрема, в системах автоматизованої повірки взірцевих і робочих засобів - котушок, шунтів, термометрів опору, при створенні прецизійних термостатів, зокрема, для взірцевих нормальних елементів, і т.д.



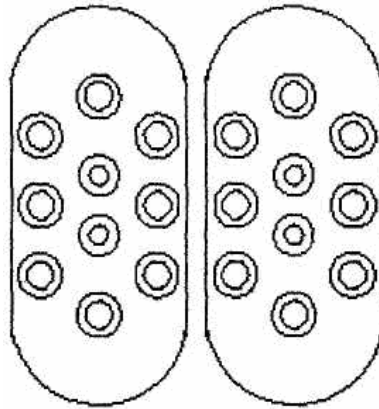
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4