



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100068** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
A24F 47/00
A24F 13/00
G01F 1/69 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

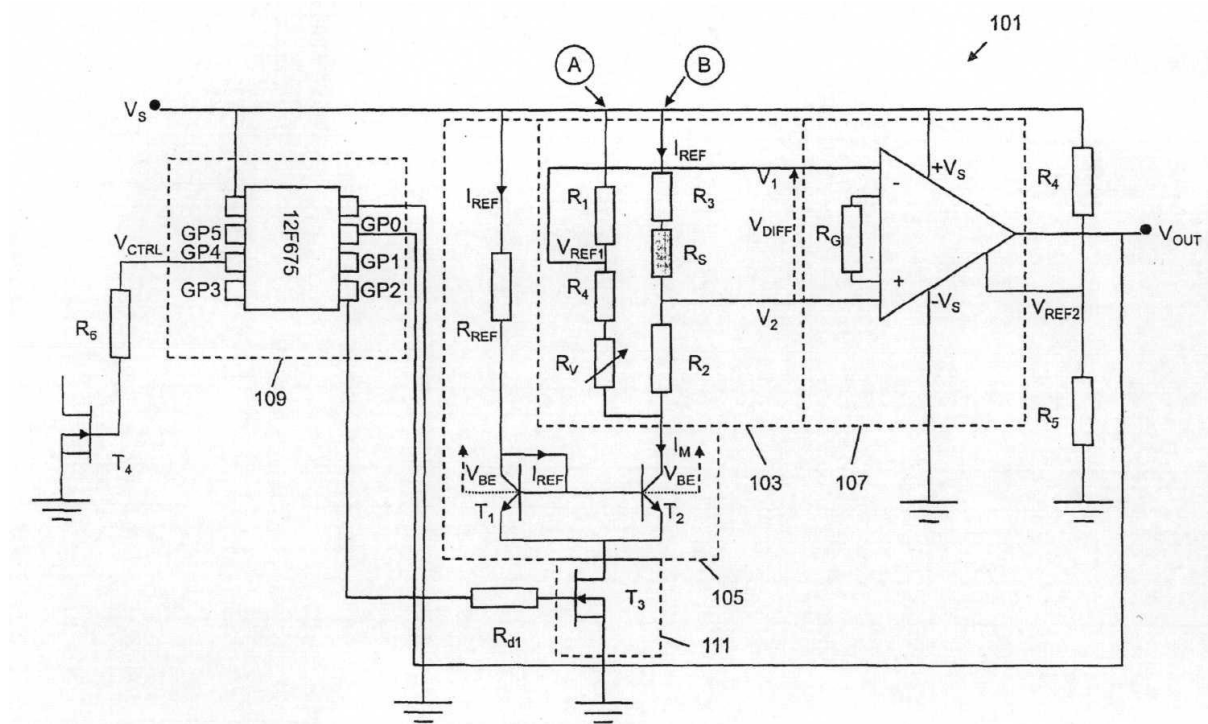
(21) Номер заявки:	а 2011 01110	(72) Винахідник(и):	Флік Жан-Марк (CH)
(22) Дата подання заявки:	25.05.2009	(73) Власник(и):	ФІЛІП МОРРІС ПРОДАКТС С.А., Quai Jeanrenaud 3, CH-2000 Neuchatel, Switzerland (CH)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	12.11.2012	(74) Представник:	Шляховецький Олександр Михайлович, реєстр. №21
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	08252328.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 5388594, 14.02.1995 WO 99/20132, 29.04.1999 US 4587842, 13.05.1986
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	08.07.2008		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2011, Бюл.№ 5		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	12.11.2012, Бюл.№ 21		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/EP2009/003668, 25.05.2009		

(54) БЛОК З ДАТЧИКОМ ПОТОКУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОТОКУ ТЕКУЧОГО СЕРЕДОВИЩА В СИСТЕМІ УТВОРЕННЯ АЕРОЗОЛЮ ТА СПОСІБ ПРИВЕДЕННЯ ЙОГО В ДІЮ

(57) Реферат:

Заявлений блок з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолі. Блок з датчиком має коло датчика, яке включає в себе чутливий резистор та вихід напруги. Чутливий резистор призначений для виявлення потоку текучого середовища, виходячи зі змінювання опору. Коло датчика побудоване так, що змінювання опору чутливого резистора спричинює змінювання у виході напруги. Блок з датчиком додатково має генератор сигналу, призначений для подавання імпульсного керуючого сигналу на коло датчика для живлення кола датчика. Живлення подається на коло датчика, коли імпульсний керуючий сигнал має високий рівень, та живлення не подається, коли імпульсний керуючий сигнал має низький рівень. Блок з датчиком призначений для функціонування у першому режимі, у якому затягування не є очікуваним або виявленим, а імпульсний керуючий сигнал має першу частоту, та у другому режимі, у якому затягування є очікуваним або виявленим, а імпульсний керуючий сигнал має другу частоту, більшу за першу частоту.

UA 100068 C2



ФІГ.1

Цей винахід має відношення до блока з датчиком потоку. Зокрема, але не виключно, цей винахід має відношення до блока з датчиком потоку для системи утворення аерозолі. Зокрема, цей винахід має застосування як блок з датчиком потоку для курильної системи, наприклад, електрично нагрівної курильної системи.

У багатьох відомих документах, наприклад, US-A-5 060 671, US-A-5 388 594, US-A-5 505 214, US-A-5 591 368, WO-A-2004/043175, EP-A-0 358 002, EP-A-0 295 122, EP-A-1 618 803, EP-A-1 736 065 та WO-A-2007/131449, описані електричні курильні системи, які мають ряд переваг. Одна із цих переваг полягає у тому, що вони суттєво зменшують побічний струмінь диму, у той самий час дозволяючи курцеві за бажанням тимчасово припиняти та відновлювати куріння.

Відомі системи утворення аерозолі можуть включати в себе аерозолетвірний субстрат, один або декілька нагрівальних елементів для нагрівання згаданого субстрату для утворення аерозолі та джерело живлення для подавання енергії на один або декілька нагрівальних елементів. Відомі системи утворення аерозолі можуть подавати імпульс енергії на нагрівник для забезпечення діапазону температур, потрібного для роботи та для вивільнення летких сполук із кожним затиюванням. Багато відомих систем утворення аерозолі включають в себе датчик потоку для виявлення потоку текучого середовища (наприклад, потоку повітря або потоку аерозолі) у цій системі утворення аерозолі. Такий датчик може здійснювати важливу функцію в керуванні подаванням аерозолі. Коли датчик потоку виявляє потік повітря, який вказує на наявність просмоктування, спричиненого споживачем під час затиювання, приводиться у дію механізм утворення аерозолі, який може включати в себе нагрівальний елемент чи елементи або розпилювач будь-якого виду для надання аерозолі для цього затиювання. Датчик потоку може бути пасивним (тобто механічним) датчиком або активним датчиком.

Пасивні датчики, як правило, включають в себе рухому мембрану та електричний контакт. Потік повітря, утворений споживачем шляхом всмоктування повітря, пересуває мембрану так, що вона торкається електричного контакту, який приводить у дію механізм утворення аерозолі. Доки потік повітря достатньо сильний для підтримання цього відхилення мембрани, механізм утворення аерозолі залишається приведеним у дію. До переваг пасивного датчика належать простота конструкції, результатом якої є низька собівартість, та незначне споживання енергії. Дія активних датчиків часто побудована на втраті тепла в результаті руху потоку текучого середовища. Активний датчик цього виду часто називають термоанемометром. Датчик включає в себе резистор, нагрітий до підвищеної температури. Коли резистор охолоджується потоком, спричинене цим потоком зменшення температури для визначеної енергії, яка подається, або збільшення енергії, необхідне для підтримання визначеної температури, показує швидкість потоку повітря. Резистор, як правило, виготовлений на основі напівпровідникових мікроелектромеханічних систем (МЕМС). Перевагами активного датчика є те, що втрати тепла пропорційні швидкості потоку, і такий датчик може бути застосований для отримання інформації щодо характеристик затиювання. Крім того, такий датчик не такий чутливий до механічних струсів під час транспортування та експлуатації.

Оскільки датчики потоку, застосовані у відомих системах утворення аерозолі, у тому числі ті, що описані вище, мають численні недоліки, метою винаходу є створення вдосконаленого блока з датчиком потоку, прийнятного для системи утворення аерозолі.

За першим аспектом цього винаходу запропонований блок з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затиювання у системі утворення аерозолі, причому блок з датчиком призначений для функціонування у першому режимі, у якому затиювання не є очікуваним або виявленим, та у другому режимі, у якому затиювання є очікуваним або виявленим, та включає в себе: коло датчика, яке включає в себе чутливий резистор та вихід напруги, причому чутливий резистор призначений для виявлення потоку текучого середовища, виходячи зі змінювання опору, а коло датчика побудоване так, що змінювання опору чутливого резистора спричинює змінювання у виході напруги; та генератор сигналу, призначений для подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 на коло датчика для живлення кола датчика, так що живлення подається на коло датчика, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень, та живлення не подається, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має низький рівень, причому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 у першому режимі та другу частоту f_2 , більшу, ніж перша частота f_1 , у другому режимі.

Оскільки блок з датчиком включає в себе чутливий резистор, введений у коло датчика, у якому вихідна напруга являє собою різницю напруги, чутливість є високою, і можуть бути виявлені невеликі зміни потоку. Застосування імпульсного керуючого сигналу S_1 означає, що живлення подається на коло датчика не постійно, а тільки тоді, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень, тобто коли прямокутний сигнал S_1 дорівнює 1, а не 0. Це значно

зменшує споживання енергії. Такий блок з датчиком може бути постійно активним, тобто не має необхідності у окремому перемикачі ввімкнення/вимкнення. Частоти f_1 та f_2 можуть бути вибрані так, щоб забезпечувати прийнятні чутливість та споживання енергії. Блок з датчиком може бути застосований для отримання інформації щодо якісних та кількісних характеристик затування.

Генератор сигналу для подавання імпульсного керуючого сигналу за варіантом, якому віддається перевага, включає в себе мікроконтролер, і імпульсний сигнал подається на один з виходів цього мікроконтролера. Якщо генератор сигналу включає в себе мікроконтролер, то за варіантом, якому віддається перевага, цей мікроконтролер запрограмований на керування величинами f_1 та f_2 . У інших варіантах здійснення цього винаходу генератор сигналу для подавання імпульсного керуючого сигналу може являти собою програмовну електронну схему будь-якого виду.

За варіантом, якому віддається перевага, блок з датчиком потоку також включає в себе джерело струму, призначене для подавання струму заздалегідь визначеної величини через коло датчика, причому на джерело струму подається імпульсний керуючий сигнал S_1 . Джерело струму заздалегідь визначеної величини уможливорює використання чутливого резистора в колі датчика за умов постійної величини струму, що забезпечує такий спосіб функціонування, який має найнижче споживання енергії. Оскільки джерело струму має живлення через імпульсний керуючий сигнал S_1 , то живлення подається на це джерело струму не постійно, а лише коли імпульсний керуючий сигнал має високий рівень, що також зменшує споживання енергії. Таке джерело струму зменшує нелінійність залежності вихідної напруги кола датчика від опору чутливого резистора. За варіантом здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, джерело струму являє собою джерело струму з компенсацією температурних впливів. Це має переваги, оскільки виключає будь-які зміни у виході напруги кола датчика, якщо змінюється температура навколишнього середовища. У одному з варіантів здійснення цього винаходу джерело струму включає в себе джерело напруги, два транзистори у дзеркальній конфігурації та вхідний резистор.

За варіантом, якому віддається перевага, блок з датчиком потоку також включає в себе диференціальний підсилювач, призначений для підсилювання вихідної напруги кола датчика. Це має переваги, оскільки вихід кола датчика може становити лише кілька мВ. Диференціальний підсилювач за варіантом, якому віддається перевага, має низьке споживання енергії та високий коефіцієнт підсилення.

За варіантом, якому віддається перевага, диференціальний підсилювач може бути вимкнений, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має низький рівень, і може бути ввімкнений, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень. Це також зменшує споживання енергії. За варіантом, якому віддається перевага, вихід диференціального підсилювача є пропорційним вихідній напрузі кола датчика у межах певного діапазону величин вихідної напруги кола датчика та досягає насичення, коли вихідна напруга кола датчика нижча або вища за цей діапазон. Тобто коли вихідна напруга кола датчика нижча за цей діапазон, то вихід диференціального підсилювача має постійну величину; коли вихідна напруга кола датчика вища за цей діапазон, то вихід диференціального підсилювача має постійну величину; а коли вихідна напруга кола датчика перебуває у межах цього діапазону, то існує лінійна залежність між виходом кола датчика та виходом диференціального підсилювача.

За варіантом, якому віддається перевага, блок з датчиком працює у другому режимі протягом заздалегідь визначеного проміжку часу після виявлення зміни вихідної напруги кола датчика, яка вказує на виконання затування, і працює у першому режимі весь інший час. Таким чином, коли виявлено виконання затування або у інший момент часу, імпульсний керуючий сигнал S_1 змінює частоту з першої частоти f_1 на вищу другу частоту f_2 . Це означає, що максимальний проміжок часу до затування, коли датчик працює у першому режимі, становить

$\frac{1}{f_1}$ секунд. Частота f_1 може бути вибрана так, щоб забезпечувати прийнятний баланс між споживанням енергії та чутливістю у першому режимі. Якщо ж виконання затування виявлено тоді, коли датчик працює у другому режимі, то максимальний проміжок часу до затування становить $\frac{1}{f_2}$ секунд. Частота f_2 може бути вибрана так, щоб забезпечувати прийнятний баланс між споживанням енергії та чутливістю у другому режимі. У одному з варіантів здійснення цього винаходу перша частота f_1 становить 3 Гц, а друга частота f_2 становить 22 Гц.

За варіантом, якому віддається перевага, заздалегідь визначений проміжок часу, протягом якого датчик працює у другому режимі після виявлення виконання затування, дорівнює

середньому часу між затягуваннями для конкретного споживача. Крім того, цей заздалегідь визначений проміжок часу може бути адаптивним, так що його неперервно регулюють, базуючись на поточному середньому значенні попередніх проміжків часу між затягуваннями. Альтернативно цей заздалегідь визначений проміжок часу може мати фіксовану величину.

5 Якщо засіб для подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 включає в себе мікроконтролер, то за варіантом, якому віддається перевага, вихідна напруга кола датчика подається на вхід мікроконтролера. Це може бути здійснено через диференціальний підсилювач. У цьому випадку в одному з варіантів здійснення цього винаходу, коли вхід мікроконтролера показує, що виконання затягування виявлено, то цей мікроконтролер здатен змінити імпульсний керуючий сигнал S_1 на своєму виході з першої частоти f_1 на другу частоту f_2 .

10 За варіантом, якому віддається перевага, подавання сигналу S_2 здійснюють на інші вузли у системі утворення аерозолі, причому сигнал S_2 має високий рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що виконання затягування виявлено, та сигнал S_2 має низький рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що затягування не виявлено. Якщо засіб для подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 включає в себе мікроконтролер, то за варіантом, 15 якому віддається перевага, сигнал S_2 подається на інший вихід мікроконтролера. За варіантом, якому віддається перевага, вихідна напруга кола датчика подається на вхід мікроконтролера. У цьому випадку, коли вхід у мікроконтролер вказує на те, що виконання затягування виявлено, мікроконтролер виконує подавання на виході сигналу S_2 високого рівня, а коли вхід у мікроконтролер вказує на те, що виконання затягування не виявлено, то мікроконтролер виконує подавання на виході сигналу S_2 низького рівня. Інші вузли у системі утворення аерозолі можуть включати в себе механізм утворення аерозолі (який може являти собою механізм паротворення, пристрій паротворення, механізм розпилювання або пристрій розпилювання), розпилювач, нагрівальний елемент та індикатор затягування, але не обмежені 20 ними.

Блок з датчиком потоку також може включати в себе засоби для регулювання чутливості блока з датчиком, які включають в себе один або декілька з таких засобів як змінний резистор у колі датчика; саморегульовне коло зсуву; та генератор сигналу для подавання імпульсного сигналу калібрування S_c на коло датчика.

30 Змінний резистор є регульованим для змінювання чутливості блока з датчиком. За варіантом, якому віддається перевага, чутливий резистор має діапазон робочого опору (діапазон, що має фіксовану величину), а регулювання змінного резистора змінює відносне положення цього діапазону робочого опору чутливого резистора, тобто нижньої точки діапазону робочого опору. Це в свою чергу впливає на вихідну напругу кола датчика за відсутності затягування, що впливає на чутливість блока. За варіантом здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, змінний резистор регулюють так, що діапазон робочого опору чутливого резистора має нижню точку в нульовій точці або безпосередньо під нею. Це забезпечує 35 найкращу чутливість.

Саморегульовне коло зсуву може бути застосоване для змінювання чутливості блока з датчиком. Це коло зсуву може бути утворене шляхом підключення виходу мікроконтролера до неінвертувального входу диференціального підсилювача та підключення виходу диференціального підсилювача до входу мікроконтролера. Цей мікроконтролер може контролювати вихід диференціального підсилювача V_{OUT} та подавання напруги на неінвертувальний вхід диференціального підсилювача доти, доки $V_{OUT}=0$.

45 Імпульсний сигнал калібрування S_c може бути застосований для регулювання чутливості блока з датчиком. За варіантом, якому віддається перевага, ширина кожного імпульсу імпульсного керуючого сигналу S_1 регулюється при кожному імпульсі сигналу калібрування S_c . Це регулювання за варіантом, якому віддається перевага, дозволяє змінювати пропорції кожного імпульсу сигналу S_1 , протягом якого може бути виявлено змінювання у вихідній напрузі кола датчика, яке вказує на виконання затягування. Імпульсний сигнал калібрування S_c може бути виконаний з можливістю утворення імпульсу кожні "х" імпульсів імпульсного керуючого сигналу S_c який генерується або з першою частотою, або другою частотою, "х" є будь-якою прийнятною величиною, наприклад, 1000. Альтернативно імпульсний сигнал калібрування S_c може утворювати імпульс із кожним перемиканням імпульсного керуючого сигналу S_1 з першої частоти на другу частоту або в інший відповідний момент. Якщо засіб для подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 включає в себе мікроконтролер, то за варіантом, якому віддається перевага, імпульсний сигнал калібрування S_c подається на вихід мікроконтролера.

Чутливий резистор може являти собою резистор на основі напівпровідникових мікроелектромеханічних систем (MEMS). У іншому варіанті здійснення цього винаходу чутливий

резистор може бути частиною напівпровідникового датчика на основі мікроелектромеханічних систем. Датчик може також включати в себе опорний резистор.

Коло датчика може включати в себе місток Уїтстона, який має першу ділянку та другу ділянку, причому вихідна напруга являє собою різницю між напругою на першій ділянці та напругою на другій ділянці.

За другим аспектом винаходу запропонована система утворення аерозолю для вміщення аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе блок з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолю, причому блок з датчиком потоку виконаний за першим аспектом цього винаходу.

Система утворення аерозолю може являти собою електрично нагрівну систему утворення аерозолю. Система утворення аерозолю може являти собою курильну систему. За варіантом, якому віддається перевага, система є портативною. За варіантом, якому віддається перевага, система включає в себе корпус для вміщення аерозолетвірного субстрату та сконструйована так, щоб її міг утримувати в руці споживач.

Аерозолетвірний субстрат може включати в себе тютюневмісний матеріал, який містить леткі сполуки з ароматом тютюну, які вивільнюються із субстрату при нагріванні. Аерозолетвірний субстрат може також включати в себе аерозолеутворювач. Аерозолетвірний субстрат може являти собою твердий субстрат, рідкий субстрат, газоподібний субстрат або комбінацію з двох або більше твердих, рідких та газоподібних речовин.

Якщо аерозолетвірний субстрат являє собою рідкий субстрат, то система утворення аерозолю може включати в себе механізм утворення аерозолю, який перебуває у контакті з джерелом рідкого субстрату. Цей механізм утворення аерозолю може включати в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання згаданого субстрату для утворення аерозолю; при цьому нагрівальний елемент може бути приведений у дію, коли система утворення аерозолю виявляє потік текучого середовища, який вказує на виконання затягування. Альтернативно нагрівальний елемент може бути окремим, однак перебувати у зв'язку з механізмом утворення аерозолю. Щонайменше один нагрівальний елемент може включати в себе одиничний нагрівальний елемент або більше ніж один нагрівальний елемент. Нагрівальний елемент або елементи можуть мати будь-яку прийнятну форму, щоб найбільш ефективно нагрівати аерозолетвірний субстрат. За варіантом, якому віддається перевага, нагрівальний елемент включає в себе матеріал, який демонструє електричний опір.

Механізм утворення аерозолю може включати в себе один або декілька електромеханічних елементів, таких як п'єзоелектричні елементи. Механізм утворення аерозолю може включати в себе елементи, які мають електростатичні, електромагнітні або пневматичні принципи дії. Система утворення аерозолю може включати в себе камеру конденсації.

Під час роботи субстрат може бути повністю розташований усередині системи утворення аерозолю. У цьому випадку споживач може затягуватися через мундштучну частину системи утворення аерозолю. Альтернативно, під час роботи цей субстрат може бути частково розташований усередині системи утворення аерозолю. У цьому випадку субстрат може утворювати частину окремого виробу, а споживач може затягуватися безпосередньо з окремого виробу.

Система утворення аерозолю може включати в себе джерело живлення. Джерело електричного живлення може являти собою іонно-літєву батарею або одну з її модифікацій, наприклад, іонно-літєву полімерну батарею, або нікель-металогідридну батарею, нікель-кадмієву батарею, конденсатор великої ємності або паливний елемент. У альтернативному варіанті здійснення цього винаходу система утворення аерозолю може включати в себе обладнання, заряджуване зовнішньою заряджувальною частиною, яке може бути сконструйоване так, щоб надавати живлення на заздалегідь визначену кількість затягувань.

За третім аспектом винаходу запропонований спосіб приведення у дію блока з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолю, причому блок з датчиком потоку призначений для функціонування у першому режимі, у якому затягування не є очікуваним або виявленим, та у другому режимі, у якому затягування є очікуваним або виявленим, причому спосіб включає такі операції: подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 на коло датчика для живлення кола датчика, так що живлення подається на коло датчика, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень, та живлення не подається, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має низький рівень, причому коло датчика включає в себе чутливий резистор та вихід напруги, згаданий чутливий резистор призначений для виявлення потоку текучого середовища, виходячи зі змінювання опору чутливого резистора, а коло датчика побудоване так, що змінювання опору чутливого резистора спричинює змінювання у виході напруги; та перемикання блока з датчиком між

першим та другим режимами роботи, причому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 у першому режимі та має другу частоту f_2 , більшу за першу частоту f_1 у другому режимі.

5 Приведення у дію блока з датчиком потоку імпульсним керуючим сигналом S_1 означає, що коло датчика не отримує живлення неперервно, а отримує живлення лише коли S_1 має високий рівень. Це значно зменшує споживання енергії, а частоти f_1 та f_2 можуть бути вибрані так, щоб забезпечувати прийнятну чутливість.

В одному з варіантів здійснення цього винаходу операція перемикання блока з датчиком між першим та другим режимами роботи включає перемикання блока з датчиком із першого режиму, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 , у другий режим, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має другу частоту f_2 , коли затягування виявлено. Виконання затягування виявляють за змінюванням вихідної напруги кола датчика. Альтернативно, або на додаток, операція перемикання блока з датчиком між першим та другим режимами роботи включає перемикання блока з датчиком з першого режиму, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 , у другий режим, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має другу частоту f_2 , коли виконання затягування є очікуваним за звичками споживача. Момент, коли виконання затягування є очікуваним, може бути передбачений за звичками споживача. Наприклад, блок з датчиком може бути переключений з першого режиму у другий режим за одним або більше з таких критеріїв як заздалегідь визначений проміжок часу після попереднього затягування та заздалегідь визначений час дня. Заздалегідь визначений проміжок часу може являти собою середній проміжок часу між затягуваннями для цього споживача, і цей проміжок часу може бути адаптивно регульовним, так що його неперервно регулюють, виходячи з поточного середнього значення проміжків часу між затягуваннями. Альтернативно цей заздалегідь визначений проміжок часу може мати фіксовану величину. Цьому варіанту віддається перевага, оскільки якщо блок з датчиком працює у другому режимі перед виконанням затягування, то час реакції є значно коротшим.

За варіантом, якому віддається перевага, спосіб включає подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 з другою частотою f_2 протягом заздалегідь визначеного проміжку часу після зміни вихідної напруги кола датчика, яка вказує на те, що виконання затягування виявлено, та подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 з першою частотою f_1 весь інший час.

За варіантом, якому віддається перевага, спосіб також включає операцію подавання сигналу S_2 на інші складові частини системи утворення аерозолі, причому сигнал S_2 має високий рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що виконання затягування виявлено, та сигнал S_2 має низький рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що виконання затягування не виявлено. Сигнал S_2 може бути застосований для приведення у дію одного або більше з таких вузлів як механізм утворення аерозолі, розпилювач, нагрівальний елемент та індикатор затягування.

Спосіб може також включати операцію регулювання чутливості блока з датчиком, яка включає одну або більше з таких дій: періодичне регулювання опору змінного резистора у колі датчика; підготовка саморегульовного кола зсуву; та подавання імпульсного сигналу калібрування S_C на коло датчика.

Спосіб може також включати операцію подавання аерозолі споживачеві залежно від характеристик затягування, виявлених колом датчика. Особливості, зазначені стосовно одного аспекту цього винаходу, можуть також бути застосовні до іншого аспекту цього винаходу.

45 Цей винахід нижче буде описаний лише у вигляді прикладу з посиланнями на прикладені фігури, на яких:

- на Фіг. 1 показаний варіант виконання блока з датчиком за цим винаходом;
- на Фіг. 2a показаний сигнал GP2, позначений на Фіг. 1;
- на Фіг. 2b показаний сигнал V_{OUT} , позначений на Фіг. 1, за відсутності затягування;
- на Фіг. 2c показаний сигнал V_{OUT} , позначений на Фіг. 1, коли виявлено затягування;
- на Фіг. 3 показане альтернативне побудування кола датчика, зображеного на Фіг. 1, виконаного у вигляді містка Уїтстона;
- на Фіг. 4 показано, як може бути встановлена точка настроювання релаксації; та
- Фіг. 5 ілюструє один зі способів функціонування кола датчика, зображеного на Фіг. 1.

55 Прийнятний датчик для застосування у блоці з датчиком за цим винаходом може включати в себе кремнієву основу, мембрану з нітриду кремнію на цій основі та два платинові нагрівальні елементи на цій мембрані. Ці два нагрівальні елементи являють собою резистори, один з яких діє одночасно як виконавчий привід та як датчик, а інший - як опорний. Такому датчику віддається перевага, оскільки він забезпечує швидку реакцію датчика. Зрозуміло, що можуть бути застосовані також інші прийнятні датчики. Під час роботи виникають зміни в опорі

чутливого резистора, спричинені охолодженням прилеглим потоком текучого середовища. Ці зміни в опорі спричинені втратами тепла.

Чутливий резистор можна застосовувати за постійної температури. У цьому випадку вимірюють підвищену потрібну нагрівальну потужність, яка вказує на наявність потоку текучого середовища. Альтернативно чутливий резистор можна застосовувати за постійної нагрівальної потужності. У цьому випадку на наявність потоку текучого середовища вказує зниження температури. Альтернативно чутливий резистор можна застосовувати за постійного струму, як описано нижче з посиланнями на Фіг. 1 та Фіг. 3. У цьому випадку на наявність потоку текучого середовища вказують зміни рівноваги кола датчика.

На Фіг. 1 показаний варіант виконання блока з датчиком за цим винаходом. Блок 101 з датчиком, який показаний на Фіг. 1, включає в себе коло 103 датчика, джерело струму заздалегідь визначеної величини у вигляді струмового дзеркала 105, диференціальний підсилювач 107, генератор сигналу для подавання імпульсного керуючого сигналу Si у вигляді мікроконтролера 109 та транзистор 111 формувача.

Блок 101 з датчиком, який показаний на Фіг. 1, включає в себе коло 103 датчика. Коло 103 датчика включає в себе резистори R_1 , R_4 та змінний резистор R_V у лівій ділянці і резистори R_2 , R_3 та чутливий резистор R_S у правій ділянці. Чутливий резистор R_S являє собою чутливий резистор датчика, подібного описаному вище, або датчика іншого прийнятного виду. R_V являє собою резистор з регульовним опором та може бути застосований для встановлення точки настроювання релаксації (наприклад, коли потік повітря у блоці відсутній), як додатково буде описано нижче. Альтернативно для встановлення точки настроювання релаксації може бути застосоване саморегульовне коло зсуву. У цьому варіанті здійснення цього винаходу вихід мікроконтролера може бути підключений до неінвертувального входу диференціального підсилювача (на Фіг. 1 не показаний), а V_{OUT} цього диференціального підсилювача може бути підключений до входу мікроконтролера. Цей мікроконтролер може бути застосований для контролю виходу диференціального підсилювача V_{OUT} та подавання напруги на неінвертувальний вхід диференціального підсилювача доти, доки $V_{OUT}=0$.

Виміряна напруга V_{DIFF} являє собою виміряну різницю (у цьому прикладі це різниця між V_2 у правій ділянці B та V_1 у лівій ділянці A). Коли коло 103 датчика перебуває у рівновазі,

співвідношення опорів у лівій ділянці $\frac{R_1}{R_V + R_4}$ дорівнює співвідношенню опорів у правій ділянці

$\frac{R_3 + R_S}{R_2}$, які дають $V_{DIFF}=V_2-V_1$ що дорівнює нулю. Коли починається охолодження R_S потоком

текучого середовища, опір R_S змінюється, що спричинює зміну напруги правої ділянки B та ненульову величину V_{DIFF} .

Легко можна показати, що для кола 103 датчика, показаного на Фіг. 1:

$$V_{DIFF} = V_2 - V_1 = V_S \left(\frac{R_2}{R_S + R_3 + R_2} - \frac{R_V + R_4}{R_V + R_4 + R_1} \right)$$

якщо $R_V + R_4 = R_1$ та $R_S + R_3 = R_2$, то

$$V_{DIFF} = V_2 - V_1 = V_S \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) = 0$$

Вимірювання різниці V_{DIFF} надає підтвердження наявності потоку текучого середовища, який спричинює змінювання опорів R_S . Оскільки V_{DIFF} являє собою вимірювання різниці, то можуть бути здійснені вимірювання з дуже високою точністю навіть для малих змін потоку текучого середовища, а відповідно й опорів. Цей варіант здійснення винаходу дозволяє реєстрацію інформації, такої як об'єм та інтенсивність затягування. З рівняння (1) можна зазначити, що V_{DIFF} має нелінійну залежність від опорів чутливого резистора R_S .

У варіанті здійснення цього винаходу, показаному на Фіг. 1, джерело струму заздалегідь визначеної величини виконано у вигляді струмового дзеркала 105, яке включає в себе два транзистори T_1 та T_2 , підключені у дзеркальній конфігурації, плюс резистор R_{REF} . Струм I_m на T_2 повинен дорівнювати I_{REF} на T_1 (який також являє собою струм, що проходить через коло 103 датчика). Та:

$$V_S = R_{REF} I_{REF} + V_{BE}$$

Таким чином:

$$I_M = I_{REF} = \frac{V_0 - V_{BE}}{R_{REF}} \quad (2)$$

Нелінійність у колі датчика (дивись рівняння (1) та (2), наведені вище), компенсується струмовим дзеркалом. Такому варіанту віддається перевага, оскільки у блоці, нелінійність якого компенсується у такий спосіб, ця нелінійність виявляється вдвічі меншою за нелінійність у блоці, компенсованій змінами напруги. Таким чином, струмове дзеркало 105 у варіанті здійснення цього винаходу, показаному на Фіг. 1, зменшує нелінійність блока.

Струмове дзеркало 105 може мати будь-яку прийнятну будову. Це струмове дзеркало може бути розташоване з боку високої напруги кола 103 датчика, а не між колом датчика та заземленням, як показано на Фіг. 1. Для T_1 та T_2 можуть бути застосовані транзистори будь-якого прийнятного виду, включаючи р-п-р-транзистори, п-р-п-транзистори та CMOS-транзистори. Також можливі альтернативні варіанти виконання джерела струму. Блок з датчиком має належним чином працювати у відповідному температурному діапазоні, а струмове дзеркало 105 компенсує будь-які зміни температур. Також існують інші компенсовані за температурою джерела струму. Якщо зовнішня температура змінюється, то це впливає на вихідну напругу кола датчика V_{diff} яка може спричинити неточність роботи чи вимірювання. T_1 та T_2 повинні мати ідентичні електричні характеристики та бути встановлені один поблизу одного та у подібному облаштуванні для забезпечення мінімізації будь-якої різниці температур між ними.

З одного боку, якщо у конкретному варіанті виконання струмового дзеркала 105 існує різниця температур між T_1 та T_2 , то, оскільки ці два транзистори мають однаковий потенціал на їх переході база-емітер (V_{BE}), V_{BE} підтримується постійним. Це означає, що у випадку, якщо два транзистори мають різні температури, то струм через T_1 відрізняється від струму через T_2 , так що зберігається V_{BE} . З іншого боку, якщо зовнішня температура змінюється так, що впливає на T_1 та T_2 однаково, то струм через обидва транзистори змінюється однаково для зберігання V_{BE} постійним.

Блок 101 з датчиком також включає в себе диференціальний підсилювач 107 на виході кола 103 датчика для підсилювання вихідної напруги V_{DIFF} , яка звичайно становить лише кілька мілівольт. Показаний на Фіг. 1 підсилювач AD623 випускає фірма Analog Devices, Inc, Массачусетс, США. Такий підсилювач споживає менше ніж 0,5 мА та має коефіцієнт підсилення до 1000. Однак він може бути замінений будь-яким прийнятним диференціальним підсилювачем. На підсилювач 107 подана напруга живлення V_S , а коефіцієнт підсилення підсилювача встановлюють резистором R_G за рівнянням:

$$V_{OUT} = \left\{ 1 + \frac{100000}{R_G} \right\} V_{DIFF} \quad (3)$$

Таким чином, для коефіцієнта підсилення ≈ 1000 , R_G встановлено на 100 Ом.

Рівняння (3) діє лише у певному діапазоні V_{DIFF} . З обох боків цього діапазону відбувається насичення підсилювача. У одному з прикладів, якщо $V_{DIFF}=0$ В, то $V_{OUT}=1,5$ В. Якщо $V_{DIFF}<-1,5$ мВ, то насичення V_{OUT} відбувається при 0 В. Якщо $V_{DIFF}>+1,5$ мВ, то насичення V_{OUT} відбувається при 3 В. Усередині діапазону $-1,5\text{мВ}<V_{DIFF}<+1,5\text{мВ}$, діє рівняння (3), тобто співвідношення є лінійним із градієнтом нахилу, який дорівнює коефіцієнтові підсилення, що становить приблизно 1000, якщо R_G встановлений на 100 Ом.

Блок 101 з датчиком також включає в себе мікроконтролер 109 та транзистор 111 формувача. У одному з варіантів здійснення цього винаходу мікроконтролер має вхід GP0 і виходи GP2 та GP4. Коло 103 датчика та струмове дзеркало 105 є найбільшими споживачами енергії з показаних на Фіг. 1. Для зменшення споживання енергії коло 103 датчика та струмове дзеркало 105 не отримують живлення неперервно, а приводяться у дію імпульсним керуючим сигналом S_1 від мікроконтролера 109. Імпульсний струм I_{REF} подається на струмове дзеркало 105 та коло 103 датчика у відповідності із сигналом S_1 на виході GP2 мікроконтролера 109 через транзистор 111 формувача. Транзистор 111 формувача функціонує як перемикач, який проводить тоді, коли сигнал GP2 має високий рівень. Ширина та частота імпульсу регулюються мікроконтролером 109. У цьому варіанті здійснення цього винаходу вихід V_{OUT} підключений до входу GP0 мікроконтролера для цифрового перетворення виходу диференціального підсилювача. Вихід GP0 перебуває під контролем, і ширина та частота імпульсного сигналу на GP2 можуть регулюватися відповідно. У варіанті здійснення цього винаходу, показаному на Фіг. 1, мікроконтролер 109 являє собою 8-бітний CMOS-мікроконтролер на флеш-пам'яті серії

PIC12f675, який випускає фірма Microchip Technology, Inc, Аризона, США. Мікроконтролер має порт живлення, порт заземлення та шість портів входів/виходів (I/O) від GP0 до GP5, включаючи чотири порти аналого-цифрового перетворення. Він може працювати при напрузі 3 В. Зрозуміло, що може бути застосований будь-який прийнятний мікроконтролер.

На Фіг. 2a показаний один імпульс з прямокутного сигналу на виході мікроконтролера GP2 (сигнал S_1). На Фіг. 2b показано, як сигнал GP2 впливає на сигнал V_{OUT} за відсутності зтягування. На Фіг. 2a показана залежність напруги від часу для GP2. На Фіг. 2b показана залежність напруги від часу для V_{OUT} . Графіки, які показані на Фіг. 2a та Фіг. 2b, виконані не у масштабі. Кожний імпульс сигналу на GP2, показаного на Фіг. 2a, розділений на три фази, позначені на Фіг. 2a як "f", "g" та "h". Ці фази будуть розглянуті нижче. Сигнал на V_{OUT} який показаний на Фіг. 2b, розділений на п'ять фаз, позначених на Фіг. 2b як "a", "b", "c", "d" та "e".

У фазі "a" сигнал GP2 становить 0 В. Це стан перед імпульсом. Таким чином, на коло 103 датчика струм не подається. Через чутливий резистор R_S струм не проходить, тобто він має температуру навколишнього середовища. На виході кола 103 датчика V_{DIFF} становить 0 В, що спричинює на виході V_{OUT} 1,5 В, як зазначено вище.

У фазі "b" сигнал GP2 становить 3 В. Струм тепер подається на коло 103 датчика. Це означає, що температура R_S починає зростати. Вихідна напруга V_{DIFF} кола 103 датчика зростає вище ніж 1,5 мВ. Це означає, що вихідна напруга V_{OUT} підсилювача досягає рівня насичення при 3 В.

У фазі "c" температура R_S продовжує зростати, і це починає зменшувати вихід кола 103 датчика. V_{DIFF} падає нижче рівня насичення 1,5 мВ, так що на виході V_{OUT} підсилювача з'являється лінійна залежність. Тоді V_{OUT} падає лінійно у залежності від V_{DIFF} разом зі зростанням температури резистора R_S .

У фазі "d" температура резистора R_S зростає достатньо, щоб V_{DIFF} впала менше ніж до -1,5 мВ. Тоді вихід підсилювача V_{OUT} знов досягає насичення, цього разу при 0 В.

У фазі "e" імпульс на GP2 закінчений, і напруга на GP2 знову становить 0 В. На коло 103 датчика струм більше не подається. Це означає, що на виході V_{DIFF} становить 0 В, що спричинює на виході V_{OUT} 1,5 В - точно як у фазі "a". Температура резистора R_S зменшується перед наступним імпульсом.

У цьому блоці зтягування може бути виявлено протягом фази "c" за V_{OUT} , тобто у зоні лінійної залежності диференціального підсилювача. У звичайному варіанті виконання коло 103 датчика налаштоване так, що його рівновага $V_{DIFF}=0$ досягається тоді, коли опір резистора нагрівника датчика досягає певної постійної температури за нульового потоку. За умови постійного струму це означає подавання струму на датчик достатньо довго для досягнення резистором нагрівника датчика температури рівноваги. Це означає високе споживання енергії датчиком. У описаному варіанті здійснення цього винаходу споживання енергії зменшують шляхом налаштування імпульсів так, що опір резистора нагрівника не може або лише на межі може досягати своєї ustalеної температури рівноваги.

На Фіг. 2c показаний сигнал V_{OUT} , якщо виявлено зтягування. На Фіг. 2c показана залежність напруги від часу для V_{OUT} . Графік, який показаний на Фіг. 2c, також виконаний не у масштабі. При виконанні зтягування утворений потік текучого середовища спричинює зсув нахиленої ділянки залежності V_{OUT} (фаза "c") праворуч. Кількісно величина зсуву нахиленої ділянки пропорційна швидкості потоку. Зсув нахиленої ділянки праворуч зрештою надає сигналові V_{OUT} таку саму форму, яку має керуючий сигнал GP2, показаний на Фіг. 2a. Це показано на Фіг. 2c. Сигнал GP2 наближається до нуля перед початком нахиленої ділянки фази "c" або одночасно з ним. Зтягування виявляється перед самим кінцем імпульсу GP2. Якщо сигнал V_{OUT} перетворений у цифрову форму (через GP0), то при перевищенні його величиною певного порога зтягування вважається виявленим. Тобто важливо, щоб за відсутності будь-якого потоку текучого середовища та перед вимірюванням V_{OUT} становило 0 В.

На Фіг. 3 показаний альтернативний варіант кола 103 датчика, виконаного у вигляді чотирикутного містка Уїтстона 303, який включає в себе чутливий резистор R_S . Чотири боки цього містка Уїтстона включають в себе резистори R_1 , R_V (на лівій ділянці A'), R_2 та (R_3+R_S) (на правій ділянці B') відповідно. Тут також R_V являє собою резистор з регульовним опором, застосований для встановлення точки налаштування містка Уїтстона. Варіанту виконання у вигляді містка віддається перевага, оскільки він дозволяє виявляти малі зміни у опорі датчика. Крім того, цей варіант виконання зменшує відхилення, спричинені змінами у температурі навколишнього середовища.

На Фіг. 4 показано, як змінний опір резистора R_V чи саморегульовного кола зсуву може бути застосований для встановлення точки налаштування релаксації кола 103 датчика або містка Уїтстона 303 та регулювання чутливості блока з датчиком. Як описано стосовно фаз "b", "c" та

"d", показаних на Фіг. 2b, опір датчика R_S зростає при подаванні енергії до величини, визначеної шириною імпульсу сигналу GP2, згенерованого мікроконтролером 109. R_V або саморегульовне коло зсуву може бути застосоване для визначення, за якого рівня напруги відбувається зміна R_S . Це показано на Фіг. 4.

Діапазон величин, які може набувати R_S зі змінюванням температури, показаний на Фіг. 4 діапазоном 401. Вплив регулювання R_V , або застосування саморегульовного кола зсуву, полягає у пересуванні діапазону 401 вздовж діагональної лінії, як показано стрілкою 403. Точка настроювання релаксації являє собою точку, у якій відбувається зміна напруги R_S . Пересування діапазону 401 опору R_S вздовж діагональної лінії, показаної на Фіг. 4, відповідає пересуванню ліворуч або праворуч нахиленої ділянки фази "с" зміни напруги V_{OUT} , показаної на Фіг. 2b. Найкращої чутливості досягають, коли діапазон 401 починається в нульовій точці, показаний на Фіг. 4, або безпосередньо під нею, що відповідає V_{OUT} фази с нахиленої ділянки, розташованої в кінці або перед самим кінцем імпульсу GP2, показаного на Фіг. 2b.

Фіг. 5 ілюструє один із варіантів здійснення способу функціонування блока, побудованого за Фіг. 1. Верхня третина Фіг. 5 показує графік залежності напруги від часу для GP2 (сигнал S_1). Середня третина Фіг. 5 показує графік залежності напруги від часу для V_{OUT} (що відповідає GP0). Нижня третина Фіг. 5 показує графік залежності напруги від часу для виходу мікроконтролера V_{CTRL} (що відповідає сигналові S_2 на GP4). Графіки, які показані на Фіг. 5, виконані не у масштабі. Як вже вказано, для зменшення до мінімуму споживання енергії, коло 103 датчика або місток Уїтстона 303 та струмове дзеркало 105, отримують енергію з імпульсного сигналу S_1 на GP2. Один прямокутний імпульс GP2 показаний на Фіг. 2a. Ліва ділянка Фіг. 5 показує сигнал у першому режимі. Права ділянка Фіг. 5 показує сигнал у другому режимі.

Ліва ділянка Фіг. 5 показує спосіб функціонування, коли затягування не виявлено, а сигнал у першому режимі. У цьому варіанті здійснення цього винаходу частота імпульсу, коли сигнал у першому режимі, становить 3 Гц, тобто імпульс подається приблизно кожні 330 мс. Ця частота забезпечує прийнятний компроміс між чутливістю та споживанням енергії. У цьому варіанті здійснення цього винаходу ширина імпульсу GP2 становить 12,1 мс. Відповідно напруга V_{OUT} має форму, показану на лівій ділянці Фіг. 5. Слід зазначити, що кожний імпульс V_{OUT} у нижній половині лівої ділянки Фіг. 5 має форму, показану на Фіг. 2b, а форма імпульсу на Фіг. 5 показана лише схематично. На лівій ділянці Фіг. 5 затягування не виявлено, і форма імпульсу подібна до показаної на Фіг. 2b, а не до показаної на Фіг. 2c.

Права ділянка Фіг. 5 показує спосіб функціонування, коли затягування виявлено і сигнал у другому режимі. Затягування виявлено у момент часу 501. Як показано у середній третині правої ділянки Фіг. 5, затягування виявлено, оскільки нижня частина імпульсу V_{OUT} (низ нахиленої ділянки фази "с") має більшу величину. Це відповідає потокові текучого середовища, який пересуває нахилену ділянку у фазі "с" праворуч, так що ця нахилена ділянка обрізається перед досягненням фази "d" сигналом GP2, повертаючись до 0 В. Коли затягування виявлено у момент часу 501, це виявлення на вході GP0 перемикає вихідний сигнал S_2 на GP4 з 0 на 1, так що V_{CTRL} вмикається, як показано у нижній третині правої ділянки Фіг. 5. Виявлення на вході GP0 також спричинює змінювання у частоті імпульсу GP2, та блок починає працювати у другому режимі. Зрозуміло, що змінювання сигналу GP4 також може бути застосоване для керування іншими елементами, наприклад, механізмом утворення аерозолі, розпилювачем, нагрівальним елементом та індикатором затягування. Тепер у описаному варіанті здійснення цього винаходу частота імпульсу GP2 в другому режимі становить 22 Гц, тобто імпульс подається приблизно кожні 45 мс, як показано у верхній третині правої ділянки Фіг. 5. Слід зазначити, що ширина імпульсу залишається такою самою, як у першому режимі, тобто у цьому варіанті здійснення - 12,1 мс. Також слід зазначити, що нижня частина сигналу V_{OUT} відповідає пунктирній кривій, позначеній 503. Ця крива являє собою профіль затягування, оскільки величина зсуву нахиленої ділянки V_{OUT} праворуч пропорційна швидкості потоку. Коли нижня частина сигналу V_{OUT} зростає, швидкість потоку зростає від нуля до свого максимуму, а коли нижня частина сигналу V_{OUT} зменшується від свого максимуму до нуля, швидкість потоку зменшується від максимуму до нуля.

У описаному варіанті здійснення цього винаходу блок належним чином відкалібрований. Це видно з кривої 503, яка лише наближається, однак не перевищує високий рівень величини V_{OUT} . Це еквівалентно діапазону R_S 401, показаному на Фіг. 4, який починається в нульовій точці або безпосередньо під нею, та V_{OUT} фази "с" нахиленої ділянки, розташованої в кінці або перед самим кінцем імпульсу GP2. Це калібрування може бути досягнуто шляхом змінювання R_V або кола зсуву, як зазначено вище з посиленнями на Фіг. 4, або шляхом застосування альтернативного способу калібрування, який буде розглянутий нижче.

У момент часу 505, коли жодних змін знову не виявлено у V_{OUT} , вихід V_{CTRL} повертається до 0 В. Імпульс GP2 залишається з другою частотою 22 Гц на заздалегідь визначений проміжок часу, після того як зати́гування виявлено у момент 501, і до моменту 507, коли він повертається до першої частоти 3 Гц. Цей проміжок часу 501-507 можна встановлювати або заздалегідь, або за звичками споживача. Наприклад, цей проміжок часу може відповідати середньому проміжку часу між двома зати́гуваннями.

Таким чином, під час дії першого режиму, коли частота імпульсів GP2 становить 3 Гц, у найгіршому випадку проміжок часу до першого зати́гування становить приблизно 330 мс. Якщо зати́гування відбувається під час дії другого режиму, коли частота імпульсів GP2 становить 22 Гц, максимальний час реакції є значно швидшим, і у найгіршому випадку проміжок часу до зати́гування становить приблизно 45 мс.

Сигнал V_{OUT} , який вказує на зати́гування, може бути зареєстрований та може бути застосований для встановлення багатьох даних. Наприклад, загальний середній час зати́гування може бути зареєстрований за сигналом V_{OUT} . Це проміжок часу 501-505 на Фіг. 5. Також нахилена ділянка кривої 503 може бути застосована для обчислення зусилля або інтенсивності, з якою споживач виконує всмоктування. Також може бути визначений об'єм зати́гування з профілю зати́гування 503 за проміжок часу 501-505. Також за сигналом V_{OUT} може бути зареєстрований середній час між зати́гуваннями (хоча слід зазначити, що для простоти тільки одне зати́гування показане на Фіг. 5).

Ця інформація може бути введена в мікроконтролер, що забезпечує значний ступінь гнучкості у роботі. Наприклад, за зареєстрованим часом між зати́гуваннями мікроконтролер може пристосувати проміжок часу, протягом якого GP2 залишається на високій частоті (501-507), у відповідності зі звичками споживача. За іншим прикладом мікроконтролер може автоматично перемикається з низької частоти імпульсу GP2 на високу частоту імпульсу GP2 у момент часу, коли за звичками споживача є очікуваним виконання наступного зати́гування. Це зменшує час реакції, тобто час до зати́гування. За іншим прикладом зусилля, з яким споживач виконує всмоктування, може бути зареєстроване та застосоване для керування подаванням аерозолі, наприклад, у блоці приведення у дію, механізмі утворення аерозолі або нагрівальному елементі, щоб відповідати звичкам споживача.

Спосіб функціонування, показаний на Фіг. 5, може бути реалізований програмним забезпеченням мікроконтролера. По-перше, програмне забезпечення подає живлення та ініціалізує мікроконтролер. Після цього програмне забезпечення здійснює електронну стабілізацію. Після того як ці процеси завершено, мікроконтролер може бути застосований для генерування імпульсів на GP2 та зчитування відповіді з V_{OUT} . Якщо V_{OUT} не перевищує 0,1 В, то зати́гування не виявлено. У цьому випадку сигнал S_1 на GP2 встановлюється на першу частоту імпульсу, яка у цьому випадку становить 3 Гц. Мікроконтролер продовжує генерувати імпульси з першою частотою імпульсів та зчитувати відповідь з V_{OUT} доти, доки не буде виявлено зати́гування.

Якщо V_{OUT} перевищує 0,1 В, то зати́гування виявлено. У цьому випадку запускається таймер зворотного відліку. Це відповідає моментові часу 501 на Фіг. 5. Вихід мікроконтролера V_{CTRL} на GP4 (S_2) встановлюється на високий рівень, а сигнал GP2 встановлюється на другу частоту імпульсу, яка у цьому випадку становить 22 Гц. Мікроконтролер генерує імпульси з другою частотою на GP2 та зчитує відповідь з V_{OUT} . Якщо V_{OUT} перевищує 0,1 В, то зати́гування продовжує виявлятися. У цьому випадку імпульс S_1 на GP2 продовжує видаватися з другою частотою, а рівень виходу мікроконтролера V_{CTRL} на GP4 (S_2) залишається високим.

Якщо V_{OUT} не перевищує 0,1 В, то зати́гування більше не виявлено. Це відповідає моментові часу 505 на Фіг. 5. У цьому випадку V_{CTRL} встановлюється на низький рівень. У цьому випадку, якщо таймер зворотного відліку не дорівнює нулю, то проміжок часу, протягом якого імпульс GP2 має залишатися на високій частоті, ще не вичерпано, тобто момент 507, показаний на Фіг. 5, ще не досягнуто. У цьому випадку імпульсний сигнал S_1 на GP2 залишається на високій частоті.

Якщо ж таймер зворотного відліку дорівнює нулю, то проміжок часу, протягом якого імпульс GP2 має залишатися на високій частоті, вже вичерпано, тобто момент 507, показаний на Фіг. 5, вже досягнуто. У цьому випадку імпульсний сигнал S_1 на GP2 повертається до першої низької частоти.

Як зазначено вище, чутливість блока може бути встановлена шляхом регулювання R_V або подавання напруги на неінвертувальний вхід диференціального підсилювача доти, доки вихід підсилювача V_{OUT} становить 0 В. Іншим шляхом є застосування сигналу калібрування S_C . Імпульс за сигналом калібрування S_C може генеруватися періодично, наприклад, кожні "х" імпульсів (наприклад, 1000 імпульсів) сигналу S_1 на GP2, або кожного разу, коли сигнал GP2

переходить із другого режиму (22 Гц) до першого режиму (3 Гц). Як також видно на Фіг. 2а, імпульс калібрування застосовують для підтримування постійного проміжку часу для фази "d", тобто коли V_{OUT} становить 0 В. При застосуванні імпульсу калібрування ширина імпульсу GP2 вже є не фіксованою, а змінною. Імпульс GP2 розділений на три фази: "f", "g" та "h", як показано на Фіг. 2а. Під час калібрування у фазі "f", яка має фіксовану тривалість (у одному з варіантів здійснення - 6 мс), сигнал GP2 підтримується на високому рівні 3 В незалежно від сигналу V_{OUT} . У фазі "g" контролюється сигнал V_{OUT} , і доти, доки V_{OUT} залишається більшим, ніж 0 В (тобто у фазі "b" або "c" - як показано на Фіг.2b), сигнал GP2 підтримується на високому рівні 3 В. Як тільки сигнал V_{OUT} досягає 0 В (фаза "d" - як показано на Фіг. 2b), реєструють час та проміжок часу для фази "h" на GP2, який відповідає фазі "d" для V_{OUT} , встановлюють як фіксовану тривалість (в одному з варіантів здійснення 300 мкс). У цьому варіанті здійснення, якщо під час калібрування V_{OUT} не досягає 0 В після загального часу імпульсу ("f"+"g"+"h"), що становить 14 мс, затягування вважається виявленням.

У нормальному режимі роботи загальна ширина імпульсу для GP2 становить "f"+"g"+"h". Час "g", зареєстрований під час калібрування, тепер застосовують для обчислення загальної довжини імпульсу. Цьому способу калібрування блока для встановлення чутливості віддається велика перевага з таких причин. По-перше, регульований опір R_V може бути замінений фіксованим резистором. По-друге, автоматичне калібрування відбувається кожного разу, коли імпульсний сигнал калібрування S_C має імпульс. Це означає, що нема необхідності у ручному регулюванні будь-якого з вузлів у блоці як під час виготовлення, так і під час виконання технічного обслуговування, оскільки цей блок сам автоматично виконує регулювання на найкращу чутливість. Вікно часу, вибране у цьому варіанті здійснення від 6 мс до 14 мс, є достатньо великим для перекривання будь-якої зміни у температурі навколишнього середовища та реакції різних електронних компонентів, однак може бути вибрано будь-яке прийнятне вікно часу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Блок з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолі, причому блок з датчиком призначений для функціонування у першому режимі, у якому затягування не є очікуваним або виявленим, та у другому режимі, у якому затягування є очікуваним або виявленим, та включає в себе:

коло датчика, яке включає в себе чутливий резистор та вихід напруги, причому чутливий резистор призначений для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування, виходячи зі змінювання опору, а коло датчика побудоване так, що змінювання опору чутливого резистора спричинює змінювання у виході напруги; та

генератор сигналу, призначений для подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 на коло датчика для живлення кола датчика, так що живлення подається на коло датчика сигналом S_1 , коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень, та живлення не подається, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має низький рівень, причому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 у першому режимі та другу частоту f_2 , більшу, ніж перша частота f_1 , у другому режимі, при цьому генератор сигналу призначений для перемикання з першого режиму у другий режим, коли затягування є очікуваним або виявленим блоком з датчиком.

2. Блок з датчиком потоку за п. 1, який **відрізняється** тим, що включає в себе джерело струму, призначене для подавання струму заздалегідь визначеної величини через коло датчика, причому імпульсний керуючий сигнал S_1 подається на джерело струму.

3. Блок з датчиком потоку за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що включає в себе диференціальний підсилювач, призначений для підсилювання вихідної напруги кола датчика.

4. Блок з датчиком потоку за п. 3, який **відрізняється** тим, що вихід диференціального підсилювача є пропорційним вихідній напрузі кола датчика у межах певного діапазону величин вихідної напруги кола датчика та досягає насичення, коли вихідна напруга кола датчика нижча або вища за цей діапазон.

5. Блок з датчиком потоку за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що включає в себе засоби для регулювання чутливості блока з датчиком, які включають в себе один або декілька з таких засобів:

змінний резистор у колі датчика;

саморегульовне коло зсуву; та

генератор сигналу для подавання імпульсного сигналу калібрування S_C на коло датчика.

6. Блок з датчиком потоку за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що коло датчика включає в себе місток Уїтстона, який має першу ділянку та другу ділянку, причому

вихідна напруга являє собою різницю між напругою на першій ділянці та напругою на другій ділянці.

7. Система утворення аерозолі для вміщення аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе блок з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолі, причому блок з датчиком потоку виконаний за будь-яким із попередніх пунктів.

8. Система утворення аерозолі за п. 7, яка **відрізняється** тим, що включає в себе:

щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання аерозолетвірного субстрату;

у якій блок з датчиком потоку призначений для приведення у дію нагрівального елемента, коли блок з датчиком потоку виявляє потік текучого середовища, який вказує на виконання затягування.

9. Спосіб приведення у дію блока з датчиком потоку для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування у системі утворення аерозолі, причому блок з датчиком потоку призначений для функціонування у першому режимі, у якому затягування не є очікуваним або виявленим, та у другому режимі, у якому затягування є очікуваним або виявленим, який включає такі операції:

подавання імпульсного керуючого сигналу S_1 на коло датчика для живлення кола датчика, так що живлення подається на коло датчика сигналом S_1 , коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має високий рівень, та живлення не подається, коли імпульсний керуючий сигнал S_1 має низький рівень, причому коло датчика включає в себе чутливий резистор та вихід напруги, згаданий чутливий резистор призначений для виявлення потоку текучого середовища, який вказує на виконання затягування, виходячи зі змінювання опору чутливого резистора, а коло датчика побудоване так, що змінювання опору чутливого резистора спричинює змінювання у виході напруги; та

перемикання блока з датчиком між першим та другим режимами роботи, причому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 у першому режимі та має другу частоту f_2 , більшу за першу частоту f_1 , у другому режимі, коли затягування є очікуваним або виявленим блоком з датчиком.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що операція перемикання блока з датчиком між першим та другим режимами роботи включає перемикання блока з датчиком з першого режиму, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 , у другий режим, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має другу частоту f_2 , коли затягування виявлено.

11. Спосіб за п. 9 або п. 10, який **відрізняється** тим, що операція перемикання блока з датчиком між першим та другим режимами роботи включає перемикання блока з датчиком з першого режиму, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має першу частоту f_1 , у другий режим, у якому імпульсний керуючий сигнал S_1 має другу частоту f_2 , коли виконання затягування є очікуваним за звичками споживача.

12. Спосіб за будь-яким із пп. 9-11, який **відрізняється** тим, що включає операцію подавання сигналу S_2 на інші складові частини системи утворення аерозолі, причому сигнал S_2 має високий рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що виконання затягування виявлено, та сигнал S_2 має низький рівень, коли вихідна напруга кола датчика вказує на те, що затягування не виявлено.

13. Спосіб за будь-яким із пп. 9-12, який **відрізняється** тим, що включає операцію регулювання чутливості блока з датчиком, яка включає одну або декілька з таких дій:

періодичне регулювання опору змінного резистора у колі датчика;

підготовка саморегульовного кола зсуву; та

подавання імпульсного сигналу калібрування S_C на коло датчика.

14. Спосіб за будь-яким із пп. 9-13, який **відрізняється** тим, що включає операцію подавання аерозолі споживачеві залежно від характеристик затягування, виявлених колом датчика.

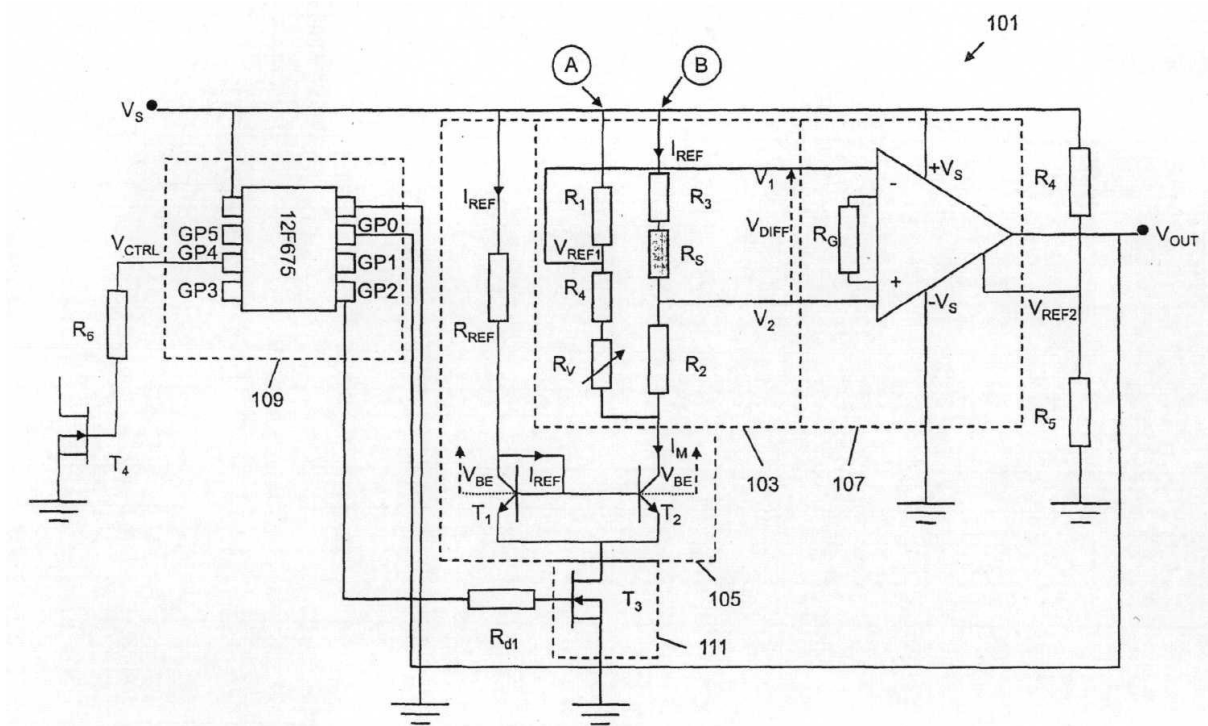
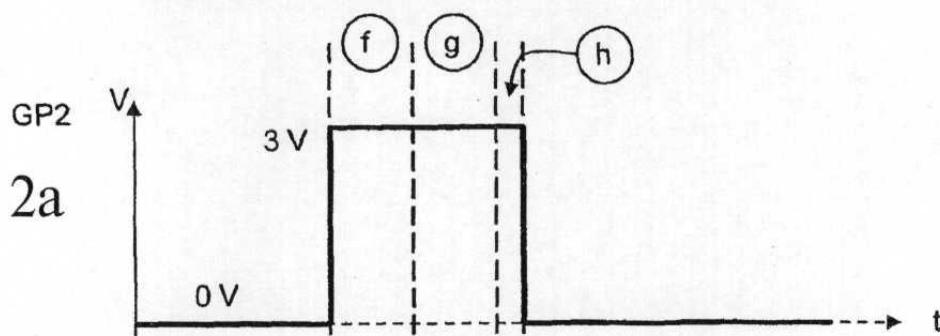
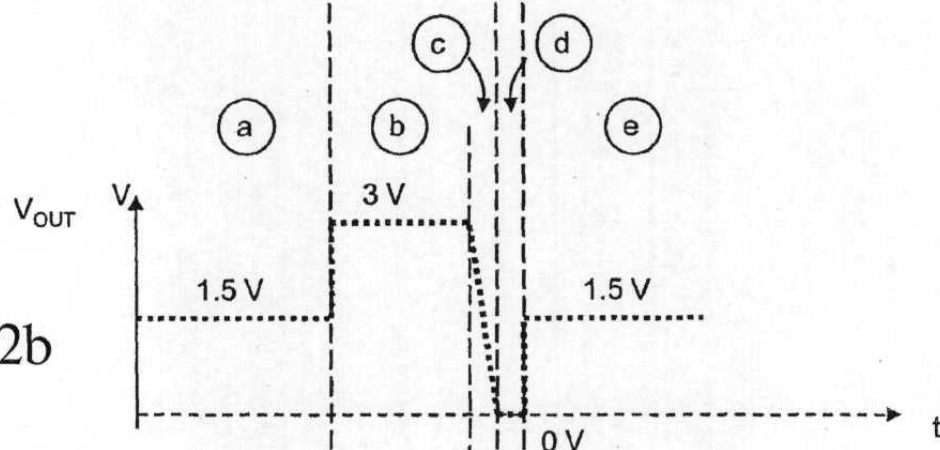


FIG. 1

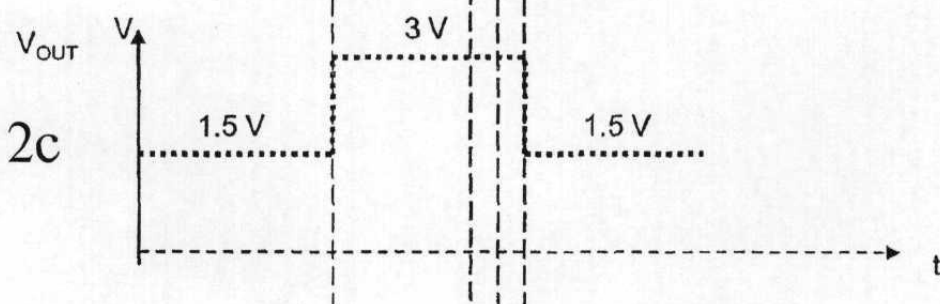
ФІГ. 2a



ФІГ. 2b



ФІГ. 2c



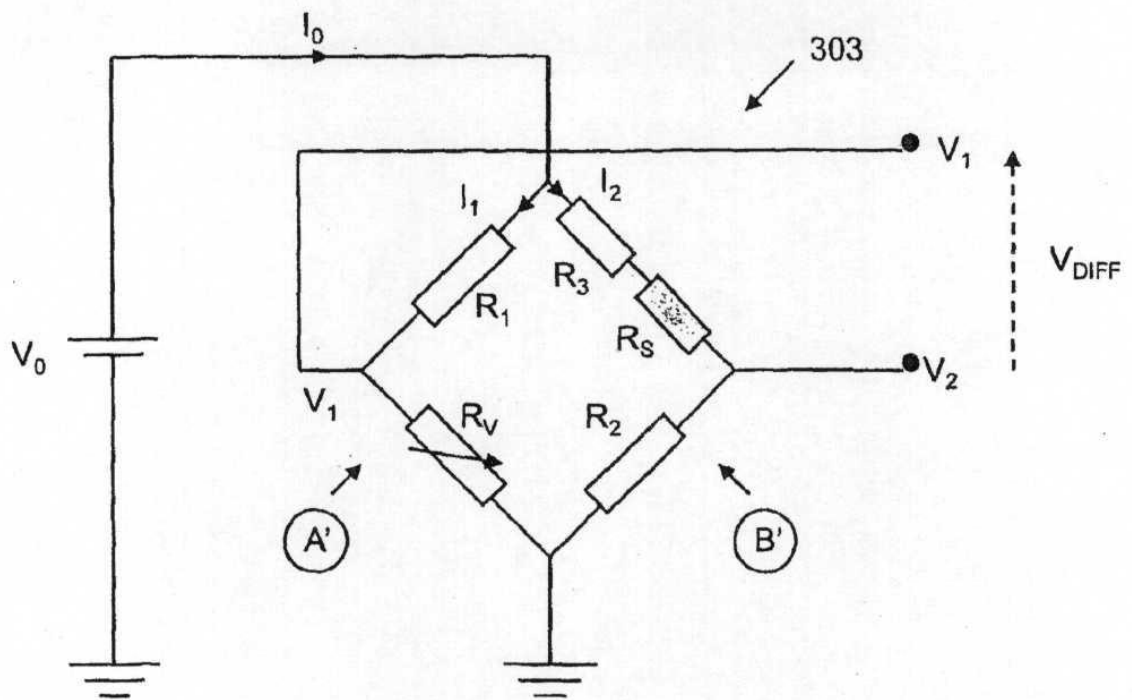


FIG. 3

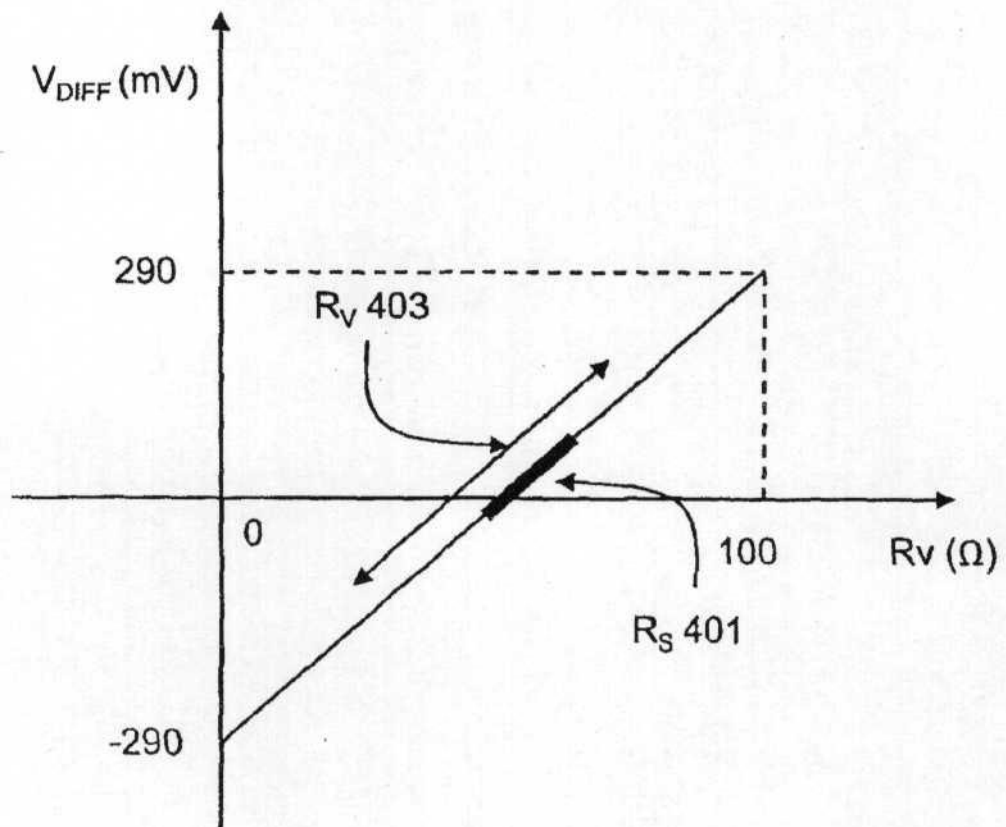
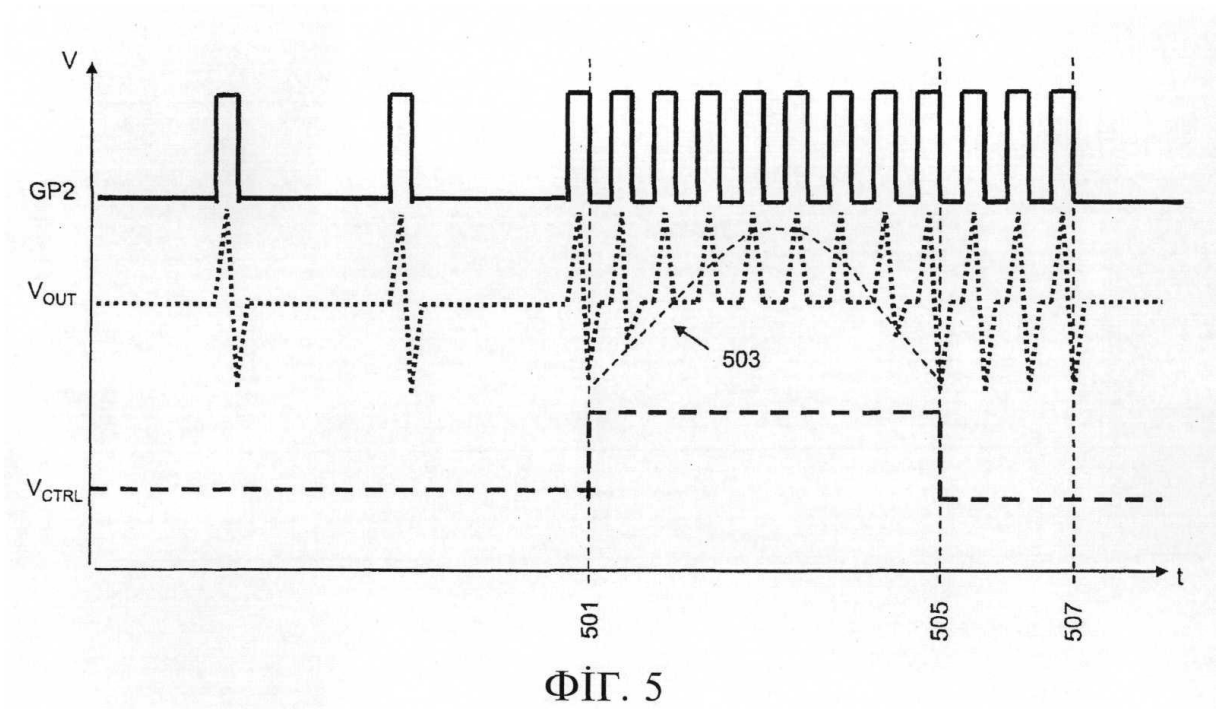


FIG. 4



ФІГ. 5

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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