



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100665** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)

G01B 3/00
B61F 5/30 (2006.01)
G01G 19/04 (2006.01)
B61F 5/32 (2006.01)
B61L 15/00
B61L 27/00
G01D 21/02 (2006.01)
G01G 19/12 (2006.01)
G01L 1/18 (2006.01)
G01L 5/00
G01L 5/10 (2006.01)
G01L 5/24 (2006.01)
G01L 5/28 (2006.01)
G01L 9/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2008 11312</p> <p>(22) Дата подання заявки: 19.04.2007</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.01.2013</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 60/795,691</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 28.04.2006</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заяву: US</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 25.12.2008, Бюл.№ 24</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2013, Бюл.№ 2</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/US2007/009624, 19.04.2007</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лефевр Уільям (GB/US), Маккенн Майкл Дж. (GB/US), Беко III Френк (US), Мартін Ендрю Х. (US)</p> <p>(73) Власник(и): АСФ-КІСТОУН, ІНК., 1700 Walnut Street, Granite City, IL 62040, United States of America (US)</p> <p>(74) Представник: Дубинський Михайло Ілліч, реєстр. №70</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 5347871 A; 20.09.1994; US 20070095160 A1; 03.05.2007; US 6945098 B2; 20.09.2005; US 20080069412 A1; 20.03.2008; US 20080064941 A1; 13.03.2008; US 20040251058 A1; 16.12.2004; US 6945098 B2; 20.09.2005; US 2004/251058 A1; 16.12.2004; US 2006/043508 A1; 02.03.2006; US 7018106 B2; 28.03.1006;</p>
---	--

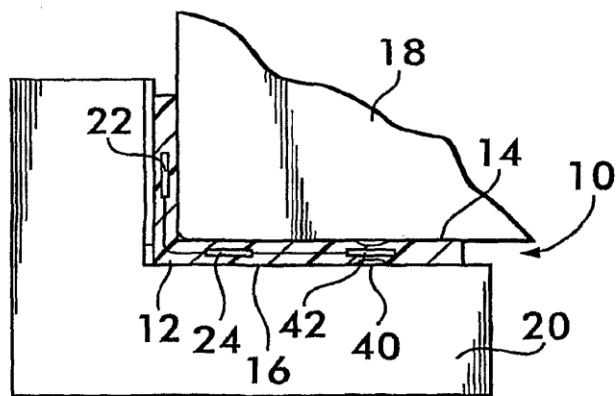
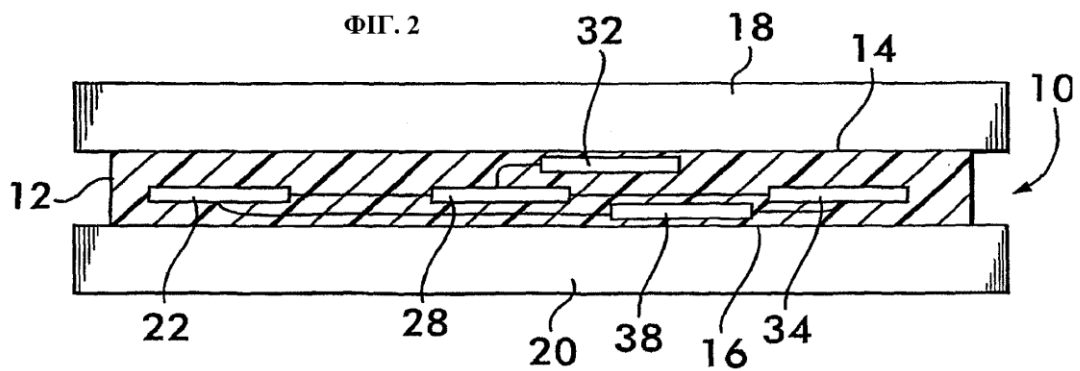
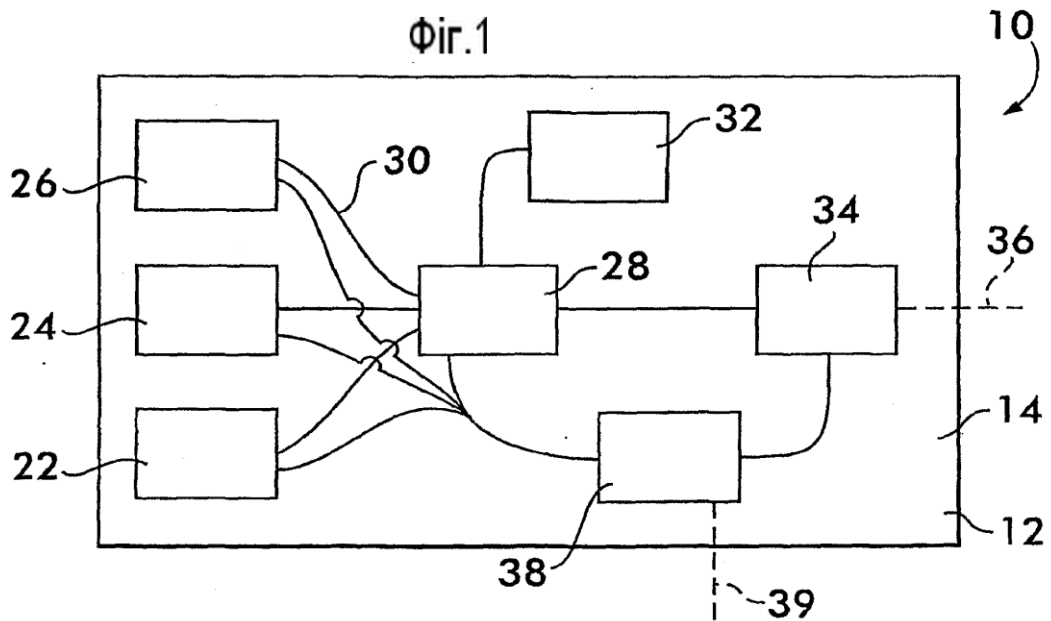
(54) СЕНСОРНИЙ ІНТЕРФЕЙС

(57) Реферат:

Розкривається сенсорний інтерфейс, який включає гнучкий субстрат, у який вбудовані сенсори для вимірювання фізичних параметрів, таких як температура, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформація, тиск та сила, присутні між об'єктами, такими як підшипник залізничного вагона та боковина візка. Субстрат розташований між потрібними об'єктами. У субстрат можуть бути вбудовані такі електронні елементи, як блок обробки даних,

UA 100665 C2

пристрій зберігання даних, комунікаційний пристрій та джерело енергії. Електронні пристрої підтримують між собою та сенсорами зв'язок для обробки сигналів, що генеруються сенсорами, котрі є показниками параметрів, які вимірюються.



ФІГ. 3

СЕНСОРНИЙ ІНТЕРФЕЙС

Галузь винаходу

Даний винахід стосується технічних елементів для моніторингу та підтримання ефективного функціонування машин або установок. Більш конкретно, він стосується еластомерних субстратів, розміщених між відносно жорсткими об'єктами для послаблення удару або вібрації, запобігання стиранню або контролю руху, дані субстрати містять вбудовані сенсори для вимірювання статичних та динамічних навантажень, місцеположення навантаження, зсувних сил, температури або інших потрібних параметрів, так само як і обробки даних, та пристроїв для зберігання й інтерпретації сигналів від сенсорів та комунікаційних пристроїв для передачі даних від сенсорів до кінцевого користувача для оцінки.

Рівень техніки

Хоча є багато застосувань сенсорів, приєднаних до жорстких об'єктів, для вимірювання в них напружень, та сенсорів, що можуть вимірювати відносний рух між такими об'єктами та сенсорами, що вбудовані в різні матеріали конструкції (які часто називають "інтелектуальними матеріалами"), ці сенсори не вмонтовані всередину еластомерного або еластичного субстратів, котрий також відіграє роль механічного інтерфейсу, дозволяючи об'єктам трохи рухатись відносно один одного.

Деякі сенсори вбудовані у гнучкі об'єкти, такі як рукавички, для забезпечення дотикового зворотного зв'язку в робототехніці та інших застосуваннях, пов'язаних з інтерфейсами з користувачем. Ці конфігурації не забезпечують бажаного стійкого інтерфейсу між двома жорсткими об'єктами.

Перевагами даного винаходу є забезпечення сумісності обробки сенсорних даних та комунікаційних функцій в одному виробі, котрий може бути встановлений замість субстрату схожої форми, що не має будь-якого сенсора.

Цілі винаходу

Метою даного винаходу є забезпечення деформівного субстрату, що несе навантаження, котрий забезпечує еластичний інтерфейс між відносно жорсткими об'єктами й містить вмонтовані та вкладені всередину один або кілька сенсорів, що можуть виявляти та передавати умови в субстраті, такі як температура та/або різні напруження та їх розподіли, забезпечуючи в такий спосіб засоби для моніторингу, безперервного або періодичного, взаємодій між твердими об'єктами та умовами, котрі превалюють на або поблизу їх інтерфейсу.

Короткий опис винаходу

Даний винахід стосується інтерфейсу, що розміщується між двома об'єктами. Інтерфейс включає гнучкий субстрат, який має першу поверхню, котра контактує з одним із об'єктів, та другу поверхню, котра контактує з іншим об'єктом. Принаймні один сенсор вмонтований всередині гнучкого субстрату. Сенсор адаптований до вимірювання параметра, такого як різниця напруг, інтенсивність освітлення, інтенсивність звуку, тепловий потік, електричний струм, дифузія вологи, дифузія хімічних частинок, магнітний потік, іонізуюче випромінювання, температура, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформація, тиск, сила та їх комбінації. Сенсор генерує електричний сигнал, що вказує на параметр. Інтерфейс також включає блок обробки даних, зв'язаний із сенсором, для приймання та обробки сигналів, генерованих сенсором. Комунікаційний пристрій, адаптований до передачі даних від блоку обробки даних, також є частиною інтерфейсу, так само як і джерело живлення, котре забезпечує електроенергію до сенсора, блоку обробки даних та комунікаційного пристрою.

Блок обробки даних може включати компонент, такий як мікропроцесор, аплікацію спеціальної інтегральної схеми, логічну матрицю, програмовану користувачем, а також процесор цифрових сигналів та їх комбінації.

В одному варіанті втілення комунікаційний пристрій включає радіопередавач та приймач, ці пристрої можуть бути вмонтовані в субстрат.

Джерело енергії може включати компонент, такий як акумуляторна батарея, паливний елемент, а також радіоізотопний електрогенератор. Знову, будь-який із цих пристроїв може бути вмонтований у субстрат.

В окремому варіанті втілення додаткова панель може тягтися від субстрату і розміщуватися зовні простору між зазначеними об'єктами. Різні компоненти, такі як блок обробки даних, джерело живлення та комунікаційний пристрій можуть бути вбудовані всередину додаткової панелі.

Даний винахід також охоплює спосіб вимірювання та оцінки фізичного параметра на інтерфейсі між двома об'єктами. Даний спосіб включає:

(а) забезпечення гнучкого субстрату, розміщеного між об'єктами, причому субстрат включає

принаймні один сенсор, вмонтований в нього;

(b) вимірювання параметра з використанням сенсора, причому сенсор генерує електричні сигнали, які є показниками параметра;

(c) забезпечення блоку обробки даних у зв'язку з сенсором;

5 (d) забезпечення комунікаційного пристрою, адаптованого до передачі даних від блоку обробки даних;

(e) забезпечення джерела енергії для живлення сенсора, блоку обробки даних та комунікаційного пристрою;

(f) приймання блоком обробки даних сигналів від сенсора;

10 (g) здійснення блоком обробки даних операцій над сигналами, причому операції включають усереднення, фільтрування, порівняння, масштабування, калібрування, спектральний аналіз, кодування та аналого-цифрове перетворення та їх комбінації;

(h) передачу комунікаційним пристроєм інформації, отриманої з сигналів за допомогою блоку обробки даних.

15 Параметри, які можуть вимірюватись, включають, наприклад, різницю напруг, інтенсивність освітлення, інтенсивність звуку, тепловий потік, електричний струм, дифузію вологи, дифузію хімічних частинок, магнітний потік, нейтронний потік, іонізуюче випромінювання, температуру, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформацію, тиск, силу та їх комбінації.

Короткий опис фігур

20 Фігура 1 являє собою схематичне представлення інтерфейсу згідно з даним винаходом;

Фігура 2 являє собою вигляд у частковому перерізі інтерфейсу, зображеного на Фігурі 1;

Фігура 3 являє собою вигляд у частковому перерізі варіанту інтерфейсу згідно з даним винаходом;

25 Фігура 4 являє собою тривимірний вигляд частини боковини візка залізничного вагона з інтерфейсом між боковиною та опорою підшипника; і

Фігура 5 являє собою детальний вигляд частини інтерфейсу, показаного на Фігурі 4.

Детальний опис варіантів втілення

30 Фігури 1 та 2 зображують сенсорний інтерфейс 10 згідно з даним винаходом. Інтерфейс 10 включає гнучкий субстрат 12, який має першу поверхню 14 та другу поверхню 16, кожна поверхня може зчіплюватись з відповідним об'єктом 18 та 20. Об'єкти зображені на Фігурі 2 як товсті пластини лише як приклад. Передбачається, що ці об'єкти включають компоненти, між якими можуть діяти постійні, змінні навантаження або сили, або для яких являтимуть інтерес інші типи вимірних фізичних параметрів, такі як різниця напруг, інтенсивність освітлення, інтенсивність звуку, тепловий потік, електричний струм, дифузія вологи, дифузія хімічних частинок, магнітний потік, нейтронний потік, іонізуюче випромінювання, температура, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформація, тиск, сила та їх комбінації. Приклади таких об'єктів включають важкі обробні станки та їх станини, двигуни та їх основи, будинки та їх фундаменти, а також колісні підшипники та їх опорні конструкції.

40 Множина сенсорів 22, 24 та 26 закладена в субстраті, сенсори включають перетворювачі, котрі конвертують фізичний параметр, такий як різниця напруг, інтенсивність освітлення, інтенсивність звуку, тепловий потік, електричний струм, дифузія вологи, дифузія хімічних частинок, магнітний потік, нейтронний потік, іонізуюче випромінювання, сила, температура, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформація або тиск, в електричні сигнали, що є показниками параметра. З цією метою типи сенсорів включають тензодатчики, термістори, вимірювальні перетворювачі варіабельних лінійних переміщень, акселерометри, тензометри, п'єзоелектричні пристрої, магнітометри, болометри, лічильники Гейгера, сонометри і тому подібне.

50 Електричні сигнали від сенсорів надсилаються до блоку обробки даних 28 по каналах зв'язку 30, котрі можуть являти собою, наприклад, електричні дроти, оптичні волокна або бездротові канали зв'язку. Блок обробки даних може являти собою, наприклад, мікропроцесор, аплікацію спеціальної інтегральної схеми, логічну матрицю, програмовану користувачем, а також процесор цифрових сигналів, котрий приймає та інтерпретує сигнали від сенсорів згідно з програмним забезпеченням, діючим у пристрої. Частиною блоку обробки даних можуть бути пристрої перетворення аналогового сигналу, а також інші аналогові електричні схеми. Блок обробки даних може бути також зв'язаний з пристроєм зберігання даних 32, таким як дисковий накопичувач або твердотільний блок оперативного запам'ятовуючого пристрою, коли мають зберігатись та оброблятись великі масиви даних.

60 Блок обробки даних зв'язаний з комунікаційним пристроєм 34. Комунікаційний пристрій 34 може бути, наприклад, радіопередавачем та приймачем під контролем блоку обробки даних, який передає та отримує інформацію від інших пристроїв зовні субстрату 12. В

альтернативному варіанті комунікація може також здійснюватись за допомогою фізичного каналу зв'язку 36, такого як електричний дріт або оптичне волокно, що можуть виходити із субстрату 12. У цьому варіанті втілення пристрій 34 може бути підсилювачем електричного сигналу або генератором оптичного сигналу, відповідно, котрі спрямовують відповідні сигнали від блоку обробки даних до фізичного каналу зв'язку 36.

Різні пристрої та сенсори сприймають електричну енергію від джерела живлення 38, котре може включати, наприклад, батарею акумуляторів, паливний елемент або радіоізотопний електрогенератор. Джерело живлення може використовувати сонячну енергію або може бути генератором, котрий здобуває енергію від відносного руху об'єктів 18 та 20. Джерело живлення може бути також пристроєм, таким як вібраційний магнітноіндукційний пристрій, котрий одержує енергію від руху самого сенсорного інтерфейсу. В альтернативному варіанті енергія може отримуватись від зовнішнього джерела по фізичному каналу 39, такому як електричний дріт або засоби для доставки палива. У цьому варіанті втілення компонент 38 може бути, наприклад, трансформатором або блоком перетворення енергії, що застосовується для забезпечення відповідних напруг та струмів до різних елементів.

Як показано на Фігурі 3, сенсорний інтерфейс 10 є універсальним і адаптовним, і може бути розміщений, сформований та сконструйований так, як це потрібно для практичного застосування. У цьому варіанті втілення ілюструється кутовий інтерфейс, придатний для вимірювання сил або потоків у різних напрямках шляхом відповідного розміщення та орієнтації сенсорів. Особливий інтерес являють заглиблення 40, котрі розташовані всередині поверхні або поверхонь 14 та 16 субстрату 12 у наляжному відношенні з одним або кількома електричними компонентами 42, що вбудовані в субстрат. Використання таких заглиблень призначене для зняття напруження на електронних компонентах, спричиненого силами, діючими між об'єктами 18 та 20, на поверхнях яких можуть бути альтернативно або додатково забезпечені схожі заглиблення для зняття напруження.

На Фігурі 4 показано конкретний приклад сенсорного інтерфейсу 10, розміщеного між опорою підшипника 44 та боковиною 48 візка залізничного вагона у порожнині тримача 46, утвореній у боковині 48, як показано. Порожнину тримача 46 також називають у промисловості порожниною основи 46, утвореною в основній частині боковини 48. У цьому варіанті втілення, адаптивність даного винаходу знову підтверджується. Сенсорний інтерфейс включає несучу навантаження колодку 50, виготовлену із гнучкого, пружного полімеру, котрий гасить вібрації та вертикальні, горизонтальні й поздовжні навантаження між опорою підшипника 44 та боковиною 48. Такі колодки звичайно є колодками такого типу, що описаний в опублікованій заявці США № 2005/0268813. Сенсори та електронні пристрої вбудовані у передню та задню інтерфейсні ділянки 52 та 54, котрим надана форма, що дозволяє їм пристосовуватись до опори підшипника та порожнини боковини.

Колодкова частина 52 зображена детально на Фігурі 5 і включає гнучкий пружний субстрат 12, у який вмонтовані сенсори та електронні компоненти. У цьому прикладі сенсор навантаження 56 розташований у лицьовій вертикально орієнтованій частині 58 субстрату, надаючи можливість вимірювати сили між колесом та боковиною, що виникають при гальмуванні або під час нестабільності візка, такої як його коливання. Другий сенсор навантаження 60 розташований усередині крилової частини субстрату 62, що орієнтована у площині, перпендикулярній до частини 58, для вимірювання бічних навантажень між колесом та боковиною. Термістор 64 вмонтований усередині горизонтальної ділянки 66 субстрату для вимірювання температури підшипника. Ще один сенсор навантаження 68 розміщений на горизонтальній частині 66 для вимірювання вертикальних навантажень між опорою підшипника та боковиною візка. Сприймаючий енергію пристрій 70, наприклад, п'єзоелектрична підкладка, також розміщений в оптимальному варіанті на цій частині субстрату для генерування електричної енергії від напружень, що індуковані вертикальним переміщенням опори підшипника відносно боковини візка, для живлення різних компонентів.

Комунікаційні канали 30, що можуть являти собою електричні дроти або оптичні волокна, наприклад, з'єднують різні сенсори та енергогенеруючий пристрій з блоком обробки даних 28. Блок обробки даних разом із пристроєм зберігання даних 32 та комунікаційним пристроєм 34 вбудовані у додаткову панель 72. Ця панель є частиною субстрату 12, що тягнеться назовні й не розміщується між будь-якими відносно рухомими деталями, і тому ізольована від навантажень або відхилень, захищаючи у такий спосіб електронні пристрої, які туди вбудовані. У цьому варіанті втілення комунікаційний пристрій 34 включає радіопередавач та приймач, про що свідчить радіоантена 74, вмонтована в панель.

Ілюстративне застосування, що описано вище, забезпечує сенсорний інтерфейс, котрий може бути використаний для діагностики різних робочих дефектів на вантажному вагоні.

В одному варіанті втілення сенсорний інтерфейс являє собою частину уретанового субстрату, котрий використовується для поліпшення проходження вантажним вагоном закруглення колії. Субстрат виготовлений із термореактивного поліуретану, конкретно, Adiprene L167 від фірми Chemtura Corporation, Middleberry, Connecticut. Вибір матеріалу для субстрату оптимізований щодо застосування, для якого він призначений (наприклад, зносостійка рульова колодка).

Для діагностики різних робочих дефектів на вантажному вагоні сенсорний інтерфейс розділяє та вимірює прикладені статичні й динамічні сили, що спрямовані вертикально, поздовжньо, поперечно, та які спричинені ризиком. Він також може вимірювати температуру опори підшипника для оцінки температури підшипника. Крім того, можуть також вимірюватись вертикальні поштовхи.

Через високі напруження, що генеруються в інтерфейсі 12 між поверхнями 14 та 16 на ділянках, де розташовані сенсори, дроти 30 можуть підтримуватися та захищатися для опору руйнуванню. Опора зроблена із жорсткого 50 Shore D поліуретану, котрий забезпечує високу міцність на розрив, у порівнянні з матеріалом субстрату. Використання поліуретану для опори забезпечує добрий зв'язок із поліуретаном, що використовується і субстраті, хоча можуть застосовуватись інші типи матеріалів.

Опора може бути розташована на тому боці субстрату, на якому розміщена опора підшипника, де деформація мінімізована завдяки взаємозамиканню субстрату та опори підшипника, і вона добре припасована до опори підшипника для мінімізації вигину опори. В опору можуть бути включені заглиблені канали для проводки, конекторів та сенсорів. Канали забезпечують певне послаблення від значних зсувних сил, що діють перпендикулярно до напрямку проводки. Якщо передбачається зсув у множині напрямків, канали для дротів можуть бути зроблені звивистими. Додаткове послаблення значних зсувних сил, що діють на дроти, конектори та сенсори, забезпечується шляхом заливки їх у каналах поліуретаном, який отверджується при кімнатній температурі, або самим матеріалом субстрату.

Завдяки невеликій або взагалі відсутній деформації провідників на опорі можуть застосовуватись мідні дроти. Вони заливаються у каналах заливним компаундом або матеріалом самого субстрату. Альтернативою є використання прямого лазерного структурування, процес, що був розроблений LPKF, Garbsen, Німеччина, де застосовується модифікований матеріал опори та лазер, який прокреслює шляхи провідників у каналах, і провідні дроти формуються за допомогою наступних хімічних операцій. Електропровідне з'єднання між деталями може бути зроблене з використанням срібло-епоксидної смоли від Al Technology, Princeton Junction, New Jersey, і заклепки можуть утворити механічне з'єднання двох деталей.

Принаймні три різних типи сенсорів використовуються для вимірювання трьох різних властивостей. Тиск вимірюється товстоплівковим п'єзоелектричним сенсором тиску від Tekscan, Boston, Massachusetts. Вібрації вимірюються п'єзоелектричним тонкоплівковим сенсором від MSI, Hampton, Virginia. Температура вимірюється NTC термістором від Epcos, Munich, Німеччина.

Зберігання енергії, потрібне для роботи системи, забезпечується від акумуляторної батареї з тривалим терміном експлуатації, що виготовляється Tadiran, Port Washington, New York. В альтернативному варіанті застосовується п'єзоелектрична плівка від MSI, Hampton, Virginia, для генерування електроенергії від вібрацій в навколишньому середовищі й зарядки конденсатора. В альтернативному варіанті енергія може надходити від енергетичної системи потягу, де енергія береться від ECR гальм або шляхом застосування магнітних елементів, змонтованих на колесах та сусідній частині візка, використовуючи таким чином відносний рух між колесами та боковиною візка.

Електроніка для цієї системи може являти собою чіп Crossbow OEM, операційні підсилювачі, подільники напруги, енергозберігаючий конденсатор та антену.

Відмітні ознаки та додаткові ілюстративні приклади

Відмітною ознакою даного винаходу є забезпечення захисту для сенсорів, а також інших зазначених вище компонентів, шляхом їх вбудовування всередину еластичного матеріалу, що утворює субстрат або ненапружені його подовження, який може забезпечити герметичне ущільнення від вологи, дії пари та хімічних речовин, а також захист від екстремальної дії тепла та холоду, удару та поштовхів.

Відмітною ознакою даного винаходу є те, що комбінація вбудованих сенсорів, блоків обробки даних, комунікаційних пристроїв та внутрішнього джерела енергії дозволяє діяти даному винаходу автономно, і, крім того, передавати інформацію сенсорів назовні без застосування електричних з'єднань, шляхом використання електромагнітних, акустичних або

оптичних засобів. Для реалізації останнього ефекту субстрат може бути зроблений повністю з або включати напівпрозорий чи прозорий полімерний матеріал.

Відмітною ознакою даного винаходу є те, що сенсори у значній мірі не впливають на функціональність субстрату в його ролі еластичного інтерфейсного елемента ані через
5 модифікацію його механічних властивостей, ані через зниження його терміну експлуатації.

Відмітною ознакою даного винаходу є те, що субстрат може бути сконструйований із залежними від положення та неізотропними властивостями, такими як різна жорсткість уздовж різних осей або різний діапазон руху, що залежить від напрямку руху.

Відмітною ознакою даного винаходу є те, що субстрат є стійким до стирання та що сенсори
10 захищені від стирання на інтерфейсних поверхнях субстрату.

Субстратним матеріалом може бути природний еластомерний матеріал, такий як гума, або синтетичний полімер, наприклад, термопластичний або термореактивний матеріал. Відмітною ознакою даного винаходу є те, що матеріали конструкції для субстрату та вбудованих у нього пристроїв вибрані з урахуванням сумісності для забезпечення доброго механічного зв'язку між
15 складовими частинами, так що механічні функції субстрату не деградують або не погіршуються в інший спосіб при виготовленні або під час експлуатації через відокремлення або відшарування компонентів від субстрату.

Форма субстрату не обмежується плоским листом, а може бути будь-якою придатною формою, яка потрібна для заповнення простору між інтерфейсними твердими об'єктами. Форма
20 може бути вироблена у такий спосіб, щоб забезпечити засоби для вишикування об'єктів, а також може включати додаткові підкладки чи панелі, які виступають від субстрату, котрі не несуть навантаження, як це вимагається для розміщення деталей, інших, ніж сенсори. Як зазначалось вище, ці особливості дають можливість зберігати герметичне ущільнення, котре захищає різні деталі від суворих умов навколишнього середовища.

Оскільки субстрат, що несе навантаження, може деформуватися при стисканні або зсуву в одному або кількох напрямках, комунікаційні канали, наприклад, електропроводка та конектори, що з'єднують різні компоненти між собою, мають бути здатними пристосовуватись до цих деформацій. Дві основні стратегії, які можуть використовуватися щодо електропроводки для задоволення цих вимог, є такими: (i) створення деформівної електропроводки або (ii)
25 забезпечення опори для електропроводки, що має опір до деформації. З іншого боку, конектори мають забезпечувати механічний зв'язок між електропроводкою та компонентами й тягнуть до того, щоб мати певний вид опори.

Бажано, щоб деформівна електропроводка була здатна пристосовуватись до великих деформацій та високих швидкостей зсуву, демонструючи в той самий час тривалу довговічність. Сприятливим також є забезпечення високої провідності для підтримки доброї електричної з'єднаності. Дроти в оптимальному варіанті мають відносно малий переріз, що дає можливість розміщувати разом у субстраті великі кількості таких провідників. Плоска стальна пружина, як було виявлено, є ідеальною в таких застосуваннях, так само як і гнучкі монтажні
35 плати, де у гнучкому субстраті була індукована хвилястість, і навіть гнучкі провідні полімери, хоча останні можуть виявляти значну зміну електропровідності при деформації.

Коли для електропроводки забезпечена опора для запобігання деформації, вона повинна мати відносно високу міцність на розтягування у порівнянні з субстратним матеріалом, який її оточує. Вона має бути тонкою, мати високий опір до зсуву, і, у залежності від застосування, добре зв'язуватися з матеріалом субстрату. Опора має також демонструвати певну гнучкість і
45 опір до втоми та великих стискальних зусиль. Як опора для електропроводки може бути застосований широкий різновид матеріалів, таких як твердий поліуретан, нейлон зі скляним наповненням, вуглеволокно або ламінати із Kevlar®, або навіть сталь. Якщо використана опора провідна, електропроводка має бути від неї ізольована.

Може бути використана будь-яка електропроводка з опорою, що протистоїть деформації. Крім того, можуть застосовуватись інші види проводки, коли значної деформації не відбувається. Це включає використання гнучких ланцюгів або прямого лазерного структурування (LDS). Останній процес включає створення опори шляхом стандартного лиття під тиском з використанням здатного до активації лазером пластика, що містить металоорганічний комплекс. Даний матеріал активується лазером, котрий створює зародковий шар для наступної хімічної металізації, в результаті якої на ділянках, активованих лазером,
50 нарощується шар міді товщиною від 5 до 8 мікронів.

Деформівна електропроводка слугує альтернативою проводці з опорою, коли деформація відносно велика.

Конектор, що використовується для приєднання дротів до сенсорів, має забезпечувати як
60 високопровідний шлях, так і механічний зв'язок між матеріалами, котрі можуть бути несхожими

(наприклад, при з'єднанні металевого дроту з субстратом із гнучкого полімеру, що використовується для товстоплівкових сенсорів). Конектор також має витримувати температури обробки, які використовуються при виготовленні субстрату, а також режими робочих температур, яким може піддаватися субстрат. Конектор має також демонструвати певну

5 гнучкість та високий опір до втоми. Провідна епоксидна смола з наповненням сріблом надає чудовий вибір у цьому проблемному середовищі.

Хоча звичайні тензодатчики залежать від еластичності опорного матеріалу, корисним у даному винаході було б застосувати сенсори, котрі вимірюють напруження, функція яких не залежать від еластичності матеріалу субстрату. Це спричинено реологічними властивостями

10 оптимальних субстратних матеріалів, котрі загалом є у значній мірі нелінійними й часто дозволяють відносно великі деформації.

Інші сенсори, такі як температурні сенсори, акселерометри, п'єзоелектричні сенсори поштовхів або вібрацій, або сенсори, що вимірюють падаючу радіацію, вибираються таким чином, щоб мати мінімальну або взагалі не мати залежності від поведінки субстрату як

15 еластичного інтерфейсу.

Якщо застосовуються гнучкі сенсори, такі як товстоплівковий сенсор, змонтований на гнучкому ланцюгу, може виникнути потреба в опорі. Опора повинна мати схожі властивості до тих, що описані для опори для електропроводки та конекторів. Крім того, опора може використовуватися для спрямовування зондування в одному конкретному напрямку з метою,

20 наприклад, вимірювання сенсором вертикального навантаження, і щоб на нього не впливала бічна зсувна сила.

Опори можуть також використовуватися для надання сенсору додаткової міцності, що допомагає останньому зберігатися в навколишньому середовищі, котре в іншому випадку є поза межами його механічної витривалості.

Різні компоненти, такі як пристрої обробки даних та їх зберігання, комунікаційні пристрої та джерело енергії в оптимальному варіанті містять електронні схеми. Ці пристрої не мають бути планарними, але можуть мати конфігурацію, що збігається з геометрією субстрату відповідно до форми твердих об'єктів, котрі він розділяє.

Блок обробки даних в оптимальному варіанті містить електронні елементи, такі як мікропроцесор, котрий забезпечує аналого-цифрове перетворення вихідних сигналів сенсора, зберігає дані, отримані від сенсора, і за командою програми або вбудованих алгоритмів керує комунікаціями та забезпечує локальний аналіз накопичених даних.

Хоча найпростіша версія субстрату згідно з даним винаходом може бути сконструйована для забезпечення прямого електричного зв'язку ззовні субстрату з вбудованими сенсорами для

35 добування або необроблених аналогових або цифрових даних, що генеруються сенсорами, вигідніше спочатку проводити обробку сигналів, отриманих від сенсорів, перед тим як передавати їх назовні.

Така обробка може включати, але не обмежуючись цим, усереднення, фільтрування для видалення шумових компонентів, масштабування, нелінійне калібрування та коректування інтерпретацій, спектральний аналіз, комбінування даних від множини сенсорів, котрі не обов'язково належать до одного типу, вироблення висновків відносно таких даних за допомогою засобів, таких як нейронні мережі, для вироблення оцінок превалюючих умов чи станів, згортання інформації, що має передаватися, для видалення надлишковості у потоці даних або шифрування чи кодування інформації для безпечної передачі або підготовки сигналів тривоги.

Додаткова функція електронних компонентів у субстраті полягає в контролюванні хронометражу збору даних, щоб останні відповідали певному застосуванню. Наприклад, деякі застосування потребують пікової активності з інтенсивного збору даних, тоді як інші потребують регулярних вимірювань за збільшені інтервали часу. Забезпечення таких засобів дозволяє також зберігати електроенергію, котра може бути обмежена. Мікропроцесори, призначені для

45 вбудованих контрольних систем, можуть повертатись у низькоенергетичні стани спокою, в яких годинник продовжує функціонувати, забезпечуючи повернення до активного статусу за визначений інтервал часу.

Ще одна відмітна ознака субстрату, здатного здійснювати двоспрямований зв'язок, полягає в тому, що після встановлення можуть бути проведені калібрувальні тести, так що внутрішні елементи отримують необхідні коефіцієнти перетворення та настройки для конвертації

55 необроблених даних від сенсорів у відповідні величини для подальшого використання.

Ще однією функцією електронних елементів у субстраті є те, що дані, отримані від сенсора або сенсорів, можуть зберігатись у пристрої накопичення даних, такому як флеш пам'ять, або до обробки для вироблення або виявлення превалюючих станів, або після аналізу для

60 забезпечення ретроспективного запису.

Функції пристрою збереження даних можуть включати зберігання калібрувальних даних для сенсорів, утримання необроблених даних від сенсорів до проведення статистичного аналізу з метою виявлення тренду або інших оцінок, утримання кореляційних коефіцієнтів, одержаних у результаті проведення такого статистичного аналізу, утримання спектральних даних, одержаних у результаті спектрального аналізу попередньо збережених даних сенсора, та утримання результатів інших дедуктивних аналізів для створення запитуваного ретроспективного запису з метою подальшої доставки за розкладом або за вимогою.

Ще однією функцією пристрою збереження даних є зберігання кодів доступу та адресних ключів, так що сітки пристроїв зможуть перевіряти легітимність і захист комунікаційних трафіків, запитів та відповідей.

Ще однією функцією пристрою збереження даних є забезпечення зберігання додаткових програм для застосування у блоці обробки даних. Забезпечення таких засобів надає пристроям ширші функціональні можливості, ніж ті, що можуть бути вбудовані у сам блок обробки даних. При відповідному програмуванні операційної системи для блоку обробки даних ця здатність може бути розширена на перепрограмування пристроїв після встановлення. Такі функції доступні як частина пакету програм у бездротових сенсорних мережах, що виготовляються в даний час Crossbow, Inc., San Jose, California. Ці пристрої мають здатність до двоспрямованої комунікації за допомогою радіо/процесорної схеми, що контролюється через операційну систему. Операційна система запускає та керує програмним забезпеченням, котре дає можливість сенсорам взаємодіяти з радіо/процесорною схемою і звідси з зовнішніми процесорними системами, такими як персональні комп'ютери, персональні цифрові асистенти або Інтернет, а також з іншими мережами. Застосування програмного забезпечення забезпечує значну гнучкість і надає можливість для програмування вбудованих пристроїв, котре може бути використане для зміни функціональності або налагодження пошкодженого чи дефектного коду.

Ще однією функцією електронних елементів у субстраті є те, що може здійснюватись контроль за хронометруванням передачі вихідних даних. Дані можуть передаватись за попередньо визначені проміжки часу або при прийманні сигналу ззовні. Наприклад, пристрій може бути виготовлений таким чином, що він реагує на запит щодо інформації як на радіомітку. Сигнал запиту не має бути того самого типу, що переданий сигнал-відповідь. Наприклад, імпульси світла, що виявляються через напівпрозорий полімерний матеріал, який утворює субстрат, можуть формувати запит, тоді як відповідь могла б забезпечуватись електромагнітною індукцією. Може бути передбачена множина інших комбінацій, яка відповідає певному застосуванню.

Хоча зручно розглядати зазначену вище функціональність електронних елементів як таку, що забезпечується мікропроцесором, це не є ані обов'язковим, ані економічним. У залежності від застосування, як зазначалося вище, потрібні функції можуть бути забезпечені шляхом використання спеціальних інтегральних схем, логічної матриці, програмованої користувачем, процесора цифрових сигналів або їх різних комбінацій, включаючи елементи аналогових схем, а також дискретних логічних та цифрових елементів. Суттєвою функцією є здатність видобувати дані вимірювань від сенсорів та їх приготування для передачі.

Хоча зручно розглядати зазначену вище функціональність електронних елементів як таку, що забезпечується мікропроцесором, це не є ані обов'язковим, ані економічним. У залежності від застосування, як зазначалося вище, потрібні функції можуть бути забезпечені шляхом використання спеціальних інтегральних схем, логічної матриці, програмованої користувачем, процесора цифрових сигналів або їх різних комбінацій, включаючи елементи аналогових схем, а також дискретних логічних та цифрових елементів. Суттєвою функцією є здатність видобувати дані вимірювань від сенсорів та їх приготування для передачі.

Вироблення висновків щодо превалюючих умов або станів може базуватись на порівнянні показань від різних сенсорів. Наприклад, субстрат, який несе вертикальне навантаження, може виявити, що навантаження є хитким, оскільки показання тиску поблизу протилежних країв субстрату варіюються не у фазі одне з одним. Циклічна поведінка може бути локальною механічною проблемою; ациклічна поведінка може бути спричинена землетрусом або іншим збуренням.

За умови, що субстрат може передавати та приймати сигнали, субстрати можуть бути сконфігуровані в такий спосіб, щоб вони могли взаємодіяти між собою, так що показання від кількох субстратів можуть комбінуватись. Наприклад, спеціальні мережі, котрі узгоджуються зі стандартами на інформаційні технології, такими як IEEE802.15.4 (Телекомунікації та обмін інформацією між системами, який включений до даного опису шляхом посилання), забезпечують базу для таких взаємодій. Така комбінація інформації може оброблятися мікропроцесором та комбінованими радіоблоками, такими як блоки "Mica", що виготовляються

Crossbow, Inc., San Jose, California.

Комунікаційні пристрої, вбудовані в субстрат, можуть передавати локально оброблені показання сенсорів назовні без електричних з'єднань шляхом використання електромагнітних, акустичних або оптичних засобів. Відмітною ознакою цієї системи є те, що комунікаційний пристрій може працювати у рамках тих обмежень, що накладаються його внутрішнім джерелом енергії та її зберіганням. Схеми для низькоенергетичних радіочастотних комунікацій, такі як замкнені мережі, забезпечують підхід до здійснення комунікацій на набагато більші відстані, аніж ті, що забезпечені окремим низькоенергетичним радіочастотним передавачем.

Альтернативна відмітна ознака даного винаходу забезпечує дрововий зв'язок та енергію.

Даний винахід забезпечує внутрішню генерацію достатньої кількості електроенергії для функціонування протягом невизначеного періоду в такий спосіб, як використання ефектів невеликих відносних рухів або вібрацій межових об'єктів, з використанням п'єзоелектричної генерації або електромеханічних мікрогенераторів, або подібних елементів для живлення вищезазначених сенсорів, електричних схем та комунікаційних пристроїв, коли необхідна така енергія.

Альтернативою є використання електроенергії від термогенераторів або шляхом фотоелектричної генерації, включаючи застосування лазерного джерела енергії, коли у цьому є потреба.

Альтернативна відмітна ознака даного винаходу дає можливість постачати потрібну електричну енергію шляхом електромагнітної індукції, як безперервно, так і лише тоді, коли потрібно провести виміри або добути дані. Наприклад, невелика кількість потрібної енергії може бути добута від змінного магнітного поля сусіднього контуру, що несе основний струм.

Альтернативним джерелом електроенергії є використання невеликих радіоактивних елементів, котрі забезпечують невелику, але сталу генерацію енергії.

Один варіант втілення даного винаходу дає можливість забезпечувати потрібну електроенергію за допомогою електрохімічних засобів, таких як паливний елемент, паливо для якого постачається за потребою.

Ще одним джерелом енергії є дешева тонкоплівкова батарея.

Відмітною ознакою даного винаходу є також те, що коли електроенергія генерується повільно протягом розширеного періоду часу, вона може накопичуватись за допомогою електрохімічних засобів в акумуляторі або за допомогою електричних конденсаторів для використання у випадках, коли потрібна більша електрична потужність, ніж виробляється у постійному режимі.

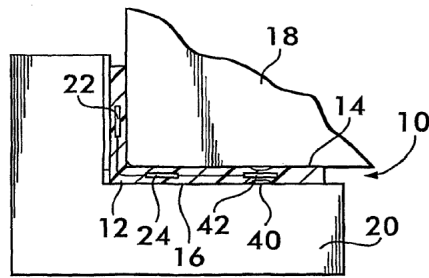
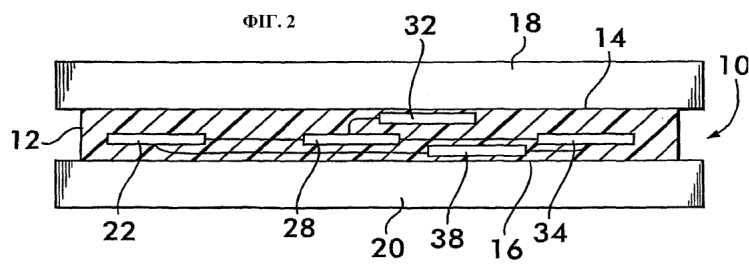
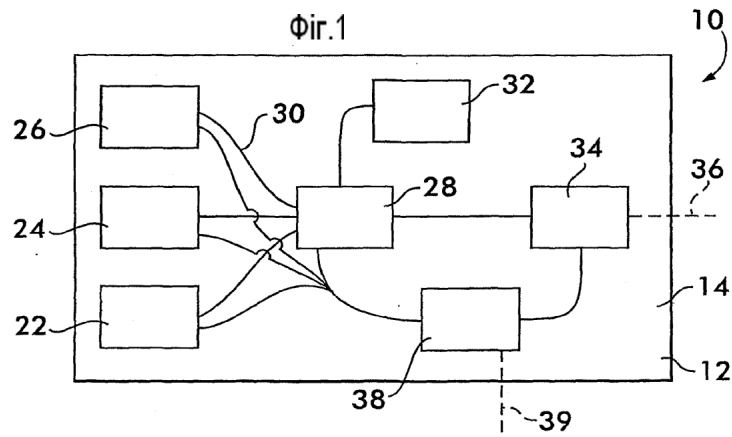
Альтернативною відмітною ознакою даного винаходу є застосування батареї з високою питомою енергією як пристрою накопичення енергії, що не перезаряджається. Прикладом слугує літій-тіонілхлоридна батарея.

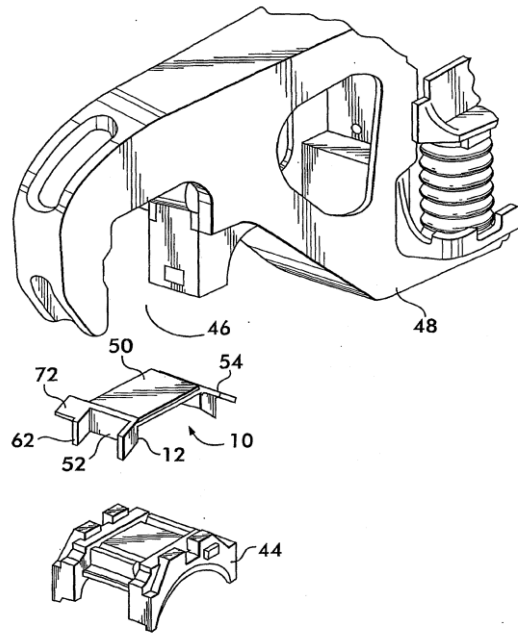
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Сенсорний інтерфейс залізничного візка для розташування між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона, де сенсорний інтерфейс включає:
5 гнучку і пружну підкладку, що має першу поверхню, яка контактує з опорою підшипника, та другу поверхню, яка контактує з бічною рамою візка залізничного вагона; та
принаймні один сенсор, вбудований всередину гнучкої і пружної підкладки, причому сенсор пристосований вимірювати параметр і генерувати електричний сигнал, що вказує зазначений
10 параметр.
2. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, який додатково включає:
блок обробки даних, який знаходиться у взаємодії з сенсором, для отримання й обробки
сигналів;
комунікаційний пристрій, пристосований для передачі даних від блока обробки даних; та
15 джерело живлення, що живить електроенергією сенсор, блок обробки даних та комунікаційний пристрій.
3. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, у якому параметр вибраний з групи, яка складається з: різниці напруг, інтенсивності освітлення, інтенсивності звуку, теплового потоку,
20 електричного струму, дифузії вологи, дифузії хімічних частинок, магнітного потоку, нейтронного потоку, іонізуючого випромінювання, температури, зміщення, швидкості, прискорення, напруження, деформації, тиску, сили та їх комбінацій.
4. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 2, у якому блок обробки даних вбудований у підкладку.
5. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 4, у якому принаймні одна з першої та другої
25 поверхонь має заглиблення, розташоване поверх блока обробки даних.
6. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 2, у якому комунікаційний пристрій вбудований у підкладку.
7. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 6, у якому принаймні одна з першої та другої поверхонь має заглиблення поверх комунікаційного пристрою.
- 30 8. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 2, у якому джерело живлення включає генератор, який виробляє енергію від відносного руху між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона.
9. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 2, у якому джерело живлення включає вібраційний магнітно-індукційний пристрій, який виробляє енергію від переміщення сенсорного
35 інтерфейсу.
10. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 2, який додатково включає додаткову панель, яка виступає від підкладки і розташована зовні відносно простору між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона, причому блок обробки даних та комунікаційний
40 пристрій вбудовані у додаткову панель.
11. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 10, у якому джерело живлення вбудоване у додаткову панель.
12. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 10, який додатково включає пристрій зберігання даних, вбудований у додаткову панель.
13. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, у якому підкладка включає несучу
45 навантаження колодку, розташовану між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона для передачі навантаження між ними.
14. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, у якому підкладка являє собою еластомерну несучу навантаження підкладку.
15. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, у якому сенсор сконфігурований для
50 вимірювання параметра підкладки.
16. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, який розміщений між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона для можливості передачі навантаження від опори підшипника до бічної рами.
17. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, який включає множину сенсорів, вбудованих
55 всередину підкладки.
18. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 13, у якому підкладка забезпечує можливість переміщення опори підшипника та бічної рами візка залізничного вагона одна відносно іншої.
19. Сенсорний інтерфейс залізничного візка за п. 1, у якому підкладка дозволяє обмежене
60 відносне переміщення зазначеної опори підшипника і зазначеної бічної рами одна відносно іншої.

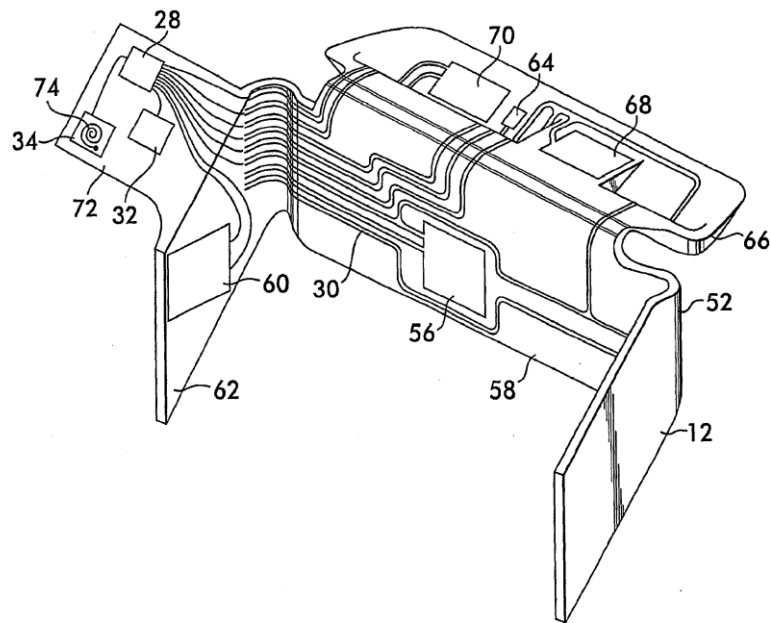
20. Візок залізничного вагона, який має сенсорний інтерфейс, розміщений між опорою підшипника та бічною рамою візка, де сенсорний інтерфейс включає: гнучку та пружну несучу навантаження колодку, що має першу поверхню, яка контактує з опорою підшипника, та другу поверхню, яка контактує з бічною рамою, причому колодка розміщена таким чином, щоб нести й передавати навантаження між бічною рамою та опорою підшипника, при цьому колодка забезпечує можливість відносного переміщення між опорою підшипника та бічною рамою; і
- 5 принаймні один сенсор, вбудований всередину колодки, причому сенсор пристосований вимірювати принаймні один параметр, вибраний з групи, що включає: температуру, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформацію, тиск, силу та їх комбінації, і генерувати електричний сигнал, що вказує зазначений параметр.
- 10 21. Візок залізничного вагона за п. 20, який додатково включає: блок обробки даних, який знаходиться у взаємодії з сенсором, для отримання й обробки сигналів;
- 15 комунікаційний пристрій, пристосований для передачі даних від блока обробки даних; та джерело живлення, що живить електроенергією сенсор, блок обробки даних та комунікаційний пристрій.
22. Візок залізничного вагона за п. 21, у якому блок обробки даних вбудований у колодку.
23. Візок залізничного вагона за п. 21, у якому бічна рама має порожнину тримача, і колодка розміщена між опорою підшипника та бічною рамою візка всередині порожнини тримача.
- 20 24. Спосіб вимірювання та оцінки фізичного параметра на інтерфейсі візка залізничного вагона між опорою підшипника та бічною рамою візка залізничного вагона, де у способі: забезпечують гнучку несучу навантаження підкладку, розташовану між опорою підшипника та бічною рамою для забезпечення можливості передачі навантаження між ними, причому
- 25 підкладка включає принаймні один сенсор, вмонтований в неї; та вимірюють параметр з використанням сенсора, де сенсор генерує електричні сигнали, що вказує зазначений параметр.
25. Спосіб за п. 24, у якому додатково: забезпечують блок обробки даних, який знаходиться у взаємодії з сенсором;
- 30 забезпечують комунікаційний пристрій, пристосований для передачі даних від блока обробки даних; та забезпечують джерело живлення, що живить електроенергією сенсор, блок обробки даних та комунікаційний пристрій;
- 35 отримують блоком обробки даних сигнали від сенсора; здійснюють блоком обробки даних операції з сигналами, де операції вибирають з групи, що включає: усереднення, фільтрування, порівняння, масштабування, калібрування, спектральний аналіз, кодування та аналого-цифрове перетворення та їх комбінації; та передають комунікаційним пристроєм інформацію, отриману з сигналів за допомогою блока обробки даних.
- 40 26. Спосіб за п. 24, у якому стадія вимірювання додатково включає вимірювання параметра, вибраного з групи, що включає: різницю напруг, інтенсивність освітлення, інтенсивність звуку, тепловий потік, електричний струм, дифузію вологи, дифузію хімічних частинок, магнітний потік, нейтронний потік, іонізуюче випромінювання, температуру, зміщення, швидкість, прискорення, напруження, деформацію, тиск, силу та їх комбінації.
- 45 27. Спосіб за п. 24, у якому підкладка забезпечує можливість переміщення бічної рами та опори підшипника одна відносно іншої.
28. Візок залізничного вагона, який включає: бічну раму візка залізничного вагона; опору підшипника;
- 50 сенсорний інтерфейс, розміщений між опорою підшипника та бічною рамою візка, причому сенсорний інтерфейс включає гнучку підкладку, яка дозволяє обмежене відносне переміщення зазначеної опори підшипника і зазначеної бічної рами одна відносно іншої та забезпечує передачу навантаження бічної рами через підкладку до опори підшипника; та принаймні один сенсор, вбудований всередину підкладки, причому сенсор пристосований
- 55 вимірювати параметр і генерувати електричний сигнал, що вказує зазначений параметр.
29. Візок залізничного вагона за п. 28, у якому підкладка включає несучу навантаження колодку.
30. Візок залізничного вагона за п. 29, у якому бічна рама візка залізничного вагона включає порожнину основи, та опора підшипника розміщена всередині порожнини основи.
31. Візок залізничного вагона за п. 28, у якому підкладка включає еластомерний матеріал.

32. Візок залізничного вагона за п. 28, у якому підкладка має першу поверхню, яка підтримує бічну раму, та другу поверхню, яка підтримується опорою підшипника.
33. Візок залізничного вагона за п. 28, який додатково включає додаткову панель, яка виступає від підкладки і розташована зовні відносно простору між опорою підшипника та бічною рамою
- 5 візка залізничного вагона, причому блок обробки даних, комунікаційний пристрій та джерело живлення вбудовані у додаткову панель.





ФІГ. 4



ФІГ. 5

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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