



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77045 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01B 21/00
H02H 7/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИЙ СИГНАЛ

1

(21) 20040705462
(22) 07.07.2004
(24) 16.10.2006
(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.
(72) Кравчик Юрій Сулевич
(73) Кравчик Юрій Сулевич
(56) GB 1324062, 18.07.1973
US 3729991, 01.05.1973
EP 008237, 20.02.1980
GB 2134268, 08.08.1984
(57) 1. Спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал, в якому використовують нерухомі і рухомі обкладки, виконані уздовж гладкої поверхні, при цьому нерухомі обкладки підключають до відповідних однойменних полюсів джерел змінної напруги, однойменні полюси приймачів напруги підключають до рухомих обкладок, при цьому площу прямокутної проекції рухомих обкладок на нерухомі обкладки змінюють взаємним переміщенням рухомих та нерухомих обкладок, який **відрізняється** тим, що вводять додаткові нерухомі і

2

рухомі обкладки, які виконують уздовж цієї самої гладкої поверхні, а додаткові введені нерухомі обкладки підключають до відповідних інших однойменних полюсів вхідних джерел змінної напруги, а відповідні інші однойменні полюси приймачів напруги підключають до введених рухомих обкладок, при цьому нерухомими обкладками індують поля E-Q,R та реєструють індуковані полями E-Q,R змінні напруги на рухомих обкладках приймачами напруг при взаємному переміщенні нерухомих і рухомих обкладок.

2. Спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал за п. 1, який **відрізняється** тим, що уздовж тієї ж гладкої поверхні вводять інші нерухомі пари обкладок і поля E-Q,R індукційно, зв'язують їх з рухомими парами обкладок, при цьому вимірюють напругу приймачами напруги на інших нерухомих парах обкладок шляхом її подання до пар полюсів приймачів напруги, а поля E-Q,R індують напругою між рухомими обкладками.

Пропонований спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал може бути використаний в системах управління технологічними процесами або системах з CNC для вимірювання кутових і лінійних переміщень, а так само в інших системах автоматичного управління.

Найближчим аналогом способу, що заявляється, є спосіб з використанням ємнісного перетворювача переміщення в електричний сигнал (Домрачев В.Г., Матвеевский В.Р., Смирнов Ю.С. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 392с.).

Відомий спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал з використанням ємнісного перетворювача переміщення, в якому використовують вхідні і вихідні обкладання, які виконують уздовж гладкої поверхні. Вхідні обкладання підключають до відповідних однойменних полюсів джерел змінної напруги, а вихідні обкладання підключають до відповідних однойменних полюсів

приймачів напруг. Площу прямокутної проекції одних обкладань на інші змінюють їх взаємним переміщенням і так змінюють їх взаємну ємність. Зміна ємності веде до зміни амплітуди або фази напруги, що поступає з вихідних обкладань на однойменні полюси приймачів напруги. Для вимірювання одного переміщення можуть використовуватися декілька вхідних і вихідних обкладань, і, відповідно, джерел і приймачів змінної напруги. Це дозволяє підвищити точність вимірювання переміщення, забезпечує електричну редукцію. Такі вхідні і вихідні обкладання утворюють групу обкладань. Відповідні інші однойменні полюси джерел змінної напруги і відповідні інші однойменні полюси приймачів напруг сполучають разом. Гладка поверхня, уздовж якої виконують обкладання, може бути, наприклад, відрізком площини, циліндрової поверхні, або будь-якого іншого відрізка гладкої поверхні обертання.

Спосіб, що заявляється, заснований на використуванні трансформатора E-Q,R, описаного

(13) C2

(11) 77045

(19) UA

автором [Кравчик Ю.С. Экспериментальное наблюдение продольной индукции с участием неэлектромагнитного поля // Праці УНДІРТ. - 2003. - №2 (34) - 3 (35). - с.9-10].

Спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал за п. 1, що заявляється, відрізняється тим, що в його конструкцію вводять додаткові вхідні і вихідні обкладання, які виконують уздовж тієї ж гладкої поверхні. Введені вхідні обкладання підключають до відповідних інших однойменних полюсів вхідних джерел змінної напруги, при цьому вхідними обкладаннями індують поля $E-Q, R$, а введені вихідні обкладання підключають до відповідних інших однойменних полюсів приймачів напруг, якими реєструють індуковані полями $E-Q, R$ змінні напруги при взаємному переміщенні обкладань.

Спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал за п. 2, що заявляється, відрізняється тим, що вхідні і вихідні обкладання виконують нерухомими один щодо одного, вводять додаткові рухомі пари обкладань уздовж тієї ж гладкої поверхні, $E-Q, R$, - індукційно зв'язаних як з вхідними, так і вихідними обкладаннями так, що їх переміщенням міняють реєстровані приймачами напруги на вихідних обкладаннях шляхом зміни площі їх прямокутних проєкцій на вхідні або вихідні обкладання, і цім змінюють $E-Q, R$ - індукційні зв'язки між вхідними і рухомими, або рухомими і вихідними обкладаннями.

Спосіб перетворення переміщення в електричний сигнал з використанням ємнісного перетворювача переміщення використовує зміну прямокутної проєкції одних обкладань на інші, що веде до зміни ємнісного зв'язку між вхідними і вихідними обкладаннями. Ця зміна виявляється в зміні амплітуди або фази напруги на вихідних обкладаннях, яка реєструється приймачами напруги. Такий спосіб вимагає гальванічного зв'язку між вхідними джерелами напруги і приймачами напруги. Для цього інші полюси джерела напруги сполучають з іншими полюсами приймачів напруги в загальне з'єднання. Внаслідок цього зовнішні перешкоди на ланцюг цього загального з'єднання, з ланцюгів живлення джерел змінної напруги перетворювача переміщення, потрапляють в приймачі напруги. Зовнішні електромагнітні поля індукують на вихідних обкладаннях ємнісного перетворювача переміщення змінні напруги, що є перешкодами. Амплітуди цих перешкод залежать як від зовнішніх полів, так і просторового положення обкладань щодо один до одного. Внаслідок цього, зовнішні електромагнітні поля змінюють напруги на вихідних обкладаннях, створюючи перешкоди. Це вимагає екранування, як самого перетворювача, так і систем його живлення і вимірювання напруги, веде до ускладнення конструкції. Перераховані чинники ведуть до зниження точності вимірювання, підвищення вартості виробництва і експлуатації перетворювача переміщення.

Технічна задача, яка розв'язується даним винаходом, це усунення гальванічного зв'язку між вхідними і вихідними ланцюгами. Рішення цієї задачі дозволить спростити вимоги до екранування перетворювача і систем його живлення і зчитування інформації, спростити конструкцію, підвищити

точність вимірювання і понизити вартість виробництва і експлуатації перетворювача.

Дана технічна задача вирішена за п. 1 винаходу, що заявляється, використовуючи вхідні і вихідні обкладання, виконувані уздовж гладкої поверхні, при цьому вхідні обкладання підключають до відповідних однойменних полюсів джерел змінної напруги, вихідні обкладання підключають до відповідних однойменних полюсів приймачів напруг, при цьому площу прямокутної проєкції одних обкладань на інші змінюють їх взаємним переміщенням, на відміну від прототипу, шляхом введення додаткових вхідних і вихідних обкладань, які виконують уздовж тієї ж гладкої поверхні. Введені вхідні обкладання підключають до відповідних інших однойменних полюсів вхідних джерел змінної напруги. Вхідними обкладаннями індують поля $E-Q, R$, а введені вихідні обкладання підключають до відповідних інших однойменних полюсів приймачів напруг, якими реєструють індуковані полями $E-Q, R$ змінні напруги при взаємному переміщенні обкладань. Так вхідні і вихідні обкладання утворюють трансформатор $E-Q, R$, в якому вхідні обкладання утворюють первинні обкладання, а вихідні - вторинні обкладання. Змінне електричне поле E між вхідними обкладаннями індукуює поле Q або R . Якщо зміна в часі електричного поля має гармонійний характер, то індукується поле Q , якщо експоненціальний - поле R . Поля Q і R необхідно розрізняти, оскільки вони не можуть бути описані однією системою рівнянь [Кравчик Ю.С. Неполнота метасистеми, включающей систему уравнений уравнений Максвелла, и ее расширение // Праці УНДІРТ. - 2002. - №3(31). - С.52-57.]. Поле Q або R між вхідними обкладаннями, що змінюється в часі, індукуватиме змінне в часі електричне поле E між вихідними обкладаннями. Індукційний зв'язок між вхідними і вихідними обкладаннями визначається товщиною обкладань, відстанню між ними, матеріалом діелектрика, взаємною площею прямокутної проєкції одних обкладань на інші, і рядом інших чинників. В цілому, всі ці чинники визначають коефіцієнт трансформації, який рівний відношенню амплітуди напруги на вхідних обкладаннях до амплітуди напруги на вихідних обкладаннях в режимі холостого ходу. Для реальних трансформаторів $E-Q, R$ коефіцієнт трансформації є змінною величиною, максимум якої складає 0,7-0,5. Управляючи площею прямокутної проєкції одних обкладань на інші при їх взаємному переміщенні, можна пропорційно міняти коефіцієнт трансформації трансформатора $E-Q, R$, і, відповідно, міняти напругу на вихідних обкладаннях, яка реєструється приймачами напруги. Ця напруга визначається коефіцієнтом трансформації, площею прямокутної проєкції рухомих обкладань на нерухомі і їх взаємним переміщенням - або лінійним, або кутовим. Якщо вхідних обкладань дещо і їх живлять напругами з різним фазовим зсувом від різних джерел напруги, то напруга на вихідних обкладаннях буде рівна векторній сумі напруг, індукованих кожною парою вхідних обкладань. В цьому випадку інформація про взаємне положення рухомих і нерухомих обкладань міститиметься в амплітуді і фазі напруги, що поступає з вихідних обкладань на приймач напруги. Для трансформатора $E-Q, R$ не потрібен

гальванічний зв'язок між ланцюгом вхідних і вихідних обкладань. Зв'язок між ними здійснюється за допомогою полів E - Q , R , які не екрануються провідним матеріалом обкладань. Електричне поле первинних обкладань пов'язано з електричним полем вторинних обкладань за допомогою полів Q або R , які існують тільки поблизу обкладань і не вимагає гальванічного зв'язку між ланцюгами вхідних і вихідних обкладань. На відміну від них, перешкода - зовнішнє електромагнітне поле екранується провідним матеріалом обкладань і впливає на напругу, що знімається з вихідних обкладань, дуже слабо. При товщині обкладань 0,5-1мм вплив зовнішньої перешкоди можна зменшити в 100-1000 разів. Завдяки зменшенню напруги перешкод спрощуються вимоги до екранування перетворювача, ланцюгів його живлення, підвищується точність вимірювання переміщення, зменшується вартість виробництва і експлуатації.

Недоліком рішення, що заявляється, за п. 1 є необхідність зняття частини напруг з рухомих обкладань. Це може вести до обмеження вимірюваного переміщення або необхідності введення рухомого контакту, що ускладнює виробництво і погіршує експлуатаційні характеристики. Цей недолік усунений в рішенні, що заявляється, за п. 2 відмінний тим, що вхідні і вихідні обкладання виконують нерухомими один щодо одного, вводять додаткові рухомі пари обкладань уздовж тієї ж гладкої поверхні, E - Q , R , - індукційне зв'язаних як з вхідними, так і вихідними обкладаннями так, що їх переміщенням міняють реєстровані приймачами напруги на вихідних обкладаннях шляхом зміни площі їх прямокутних проекцій на вхідні або вихідні обкладання, і цім змінюють E - Q , R - індукційні зв'язки між вхідними і рухомими, або рухомими і вихідними обкладаннями.

Недоліком рішення, що заявляється, за п. 2 є те, що воно веде до зменшення напруги на вихідних обкладаннях в порівнянні з рішенням, що заявляється за п. 1, в коефіцієнт трансформації раз. Це зв'язано з тим, що рішення за п. 2 еквівалентно двом послідовно включеним трансформаторам E - Q , R , в кожному з яких вихідна напруга падає в коефіцієнт трансформації раз в порівнянні з вхідною напругою. Перший трансформатор включає пару - вхідні обкладання і частину рухомих обкладань між ними. Другий трансформатор складається з вихідних обкладань і частини рухомих обкладань між ними. Пониження вихідної напруги може бути компенсовано, наприклад, пропорційним підвищенням вхідної напруги. Рішення, що заявляється, за п. 2 так само не має гальванічного зв'язку між вхідними і вихідними ланцюгами. Електричне поле E вхідних обкладань пов'язано з електричним полем E вихідних обкладань за допомогою полів Q або R , які існують поблизу обкладань перетворювача. Електричне поле E вхідних обкладань індукує поля Q або R , які індукують електричне поле E між рухомими обкладаннями. Електричне поле E рухомих обкладань індукує поля Q або R між вихідними обкладаннями, які індукують електричне поле E між вихідними обкладаннями.

Винахід, що заявляється, за п. 1 пояснено малюнком 1 (фіг. 1). На малюнку показана схема поперечного перетину розгортки перетворювача.

Цифрами 1, 2 і 3 показані джерела змінної напруги, на виходи a і b яких поступають змінні напруги з різними фазовими зсувами. Ці напруги підводяться до обкладань 5 і 6 і ним відповідним. Різниця потенціалів між обкладаннями 5 і 6 і ним відповідним створює подовжнє змінне електричне поле E . Якщо залежність від часу електричного поля має гармонійний характер, то воно індукуватиме подовжнє змінне поле Q , що змінюється в часі. Якщо залежність від часу електричного поля E має експоненціальний характер, то воно індукуватиме подовжнє змінне поле R , що змінюється в часі. Поля Q і R необхідно розрізняти, тому, що вони не можуть бути описані однією загальною лінійною системою рівнянь. Поля Q , R індукуватимуть електричне поле E між обкладаннями 4 і 7 і ним відповідним. Електричне поле E з обкладань 4-7 через клема c і d поступає на приймачі напруги 8, 9 і 10. Для вимірювання переміщення можуть переміщатися як обкладання 5-6 щодо обкладань 4-7 і ним відповідних (11, фіг. 1), так і обкладання 4, 5 щодо обкладань 6, 7 і ним відповідних (12, фіг. 1). При переміщенні обкладань напруга на вихідних обкладаннях буде пропорційна змінній площі прямокутної проекції рухомих обкладань на нерухомі. Якщо на вихідні обкладання матимуть прямокутні проекції декілька пар вхідних обкладань, то результуюча напруга на вихідних обкладаннях рівна векторній сумі індукованих ними напруг, визначуваних площами ортогональних проекцій відповідних пар.

Винахід, що заявляється, за п. 2 можна пояснити малюнком 2 (фіг. 2). На малюнку показана схема поперечного перетину розгортки перетворювача. Цифрою 1 позначено джерело змінної напруги з клемми a і b . Клеми підключені до вхідних обкладань 2 і 7, між якими індукується змінне електричне поле E . Змінне електричне поле E індукує змінне поле Q або R , яке індукує змінне електричне поле E між рухомими обкладаннями 4-5. Амплітуда змінної напруги, що наводиться, між обкладаннями 4 і 5 буде пропорційна площі прямокутної проекції обкладань 2-7 на рухомі обкладання 4-5. Змінна електрична напруга між обкладаннями 4-5 індукує поле Q або R між приймальними обкладаннями 3-6, яке індукує електричне поле E між обкладаннями 3-6. Різниця потенціалів між обкладаннями 3 і 6 через клема c і d поступає в приймач напруги 8. При переміщенні рухомих обкладань 4-5 по напрямку 9, змінюється амплітуда напруг на вході приймача напруги 8. Амплітуда цієї напруги буде пропорційна твору площ прямокутних проекцій на рухомі обкладання вхідних і вихідних обкладань і визначається взаємним зсувом рухомих і нерухомих обкладань. Якщо рухомі обкладання індукційно пов'язані з декількома вхідними і вихідними обкладаннями, то вихідна напруга визначається векторною сумою вхідних напруг і площами прямокутних проекцій вхідних обкладань на рухомі обкладання. Амплітуда і фаза цієї напруги відображає взаємний зсув рухомих і нерухомих обкладань.

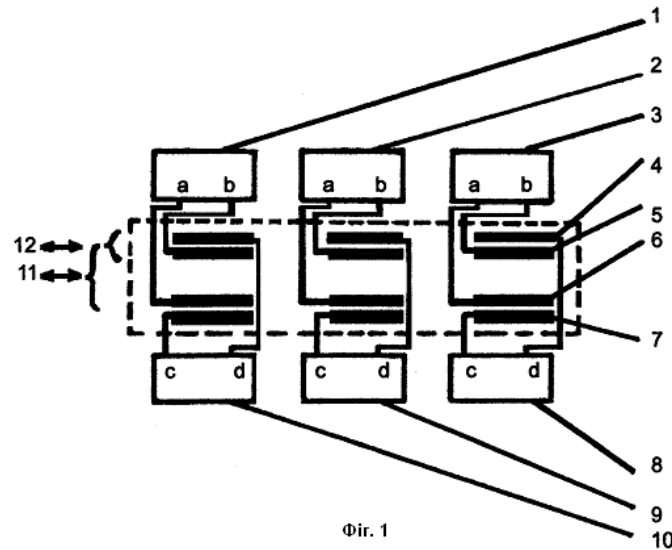
Винахід за п. 1, що заявляється, можна реалізувати, наприклад, таким чином для вимірювання лінійного переміщення. Для реалізації цього винаходу нерухомі обкладання закріплюють в діелект-

ричному матеріалі, залишаючи вільним простір уздовж обкладань. Рухомі обкладання так само закріплюють в діелектричному матеріалі, сполучають з рухомим об'єктом і переміщують уздовж нерухомих обкладань при вимірюванні переміщення. Джерела і приймачі змінної напруги розташовують поблизу нерухомих обкладань і сполучають з обкладаннями дротами.

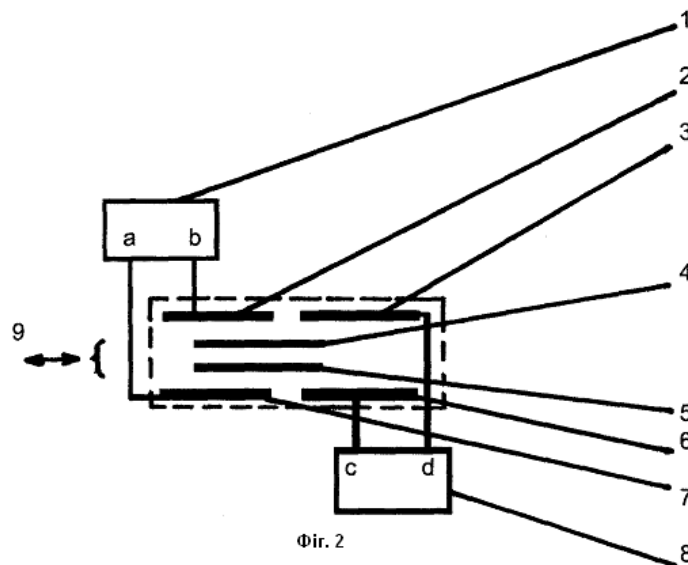
Спосіб за п. 2, що заявляється, можна реалізувати, наприклад, таким чином для вимірювання лінійного переміщення. Нерухомі вхідні і вихідні

обкладання закріплюють на діелектричному матеріалі, залишаючи вільним простір уздовж обкладань. Рухомі обкладання закріплюють між собою за допомогою діелектричного матеріалу і сполучають жорстким зв'язком з рухомим об'єктом.

Джерела і приймачі напруги сполучають з обкладаннями дротами. Рухомі обкладання переміщують уздовж нерухомих і реєструють переміщення. Аналогічно спосіб може бути реалізований для вимірювання кутового переміщення.



Фіг. 1



Фіг. 2