



(19) **UA** (11) **47 525** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **H 01L 41/107 A**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ**

(21), (22) Заявка: 99127069, 26.05.1998
(24) Дата начала действия патента: 15.07.2002
(30) Приоритет: 27.05.1997 US 08/864,029
(46) Дата публикации: 15.07.2002
(86) Заявка РСТ:
РСТ/US98/10660, 19980526

(72) Изобретатель:
Бишоп Ричард Паттен, US
(73) Патентовладелец:
Бишоп Ричард Паттен, US

(54) **ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ**

(57) Реферат:

Пьезоэлектрическое преобразовательное устройство содержит первый и второй электроактивные элементы, имеющие электроды, присоединённые к каждой из их главных поверхностей и соединительных слоёв, размещённых над ними. Первый и второй электроактивные элементы поляризуют в направлении толщины между их двумя главными поверхностями, поэтому при возбуждении электрическим полем первый и второй электроактивные элементы продольно напрягаются. Первый и второй электроактивные элементы размещены так, что деформация одного электроактивного элемента соответственно влечёт

за собой деформацию другого электроактивного элемента. Упомянутое устройство имеет значение коэффициента превращения, с которым может передавать относительно высокую, для таких размеров устройства, мощность в широком диапазоне частот входных и выходных сигналов и высокому уровню электрической изоляции напряжения и тока на входе.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 7, 15.07.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **47 525** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **H 01L 41/107 A**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 99127069, 26.05.1998

(24) Effective date for property rights: 15.07.2002

(30) Priority: 27.05.1997 US 08/864,029

(46) Publication date: 15.07.2002

(86) PCT application:
PCT/US98/10660, 19980526

(72) Inventor:

Bishop Richard Patten, US

(73) Proprietor:

Bishop Richard Patten, US

(54) **A PIEZOELECTRIC TRANSFORMER DEVICE**

(57) Abstract:

A multi-layer piezoelectric transformer device (1) includes first and second electroactive members (30, 48) having electrodes (32, 38, 46, 50) bonded to each of their opposing major faces; and a bonding layer (34, 40, 44, 52) disposed therebetween. The first and second electroactive members (30, 48) are polarized in a thickness direction, between their two major faces, such that when energized by an electric field the first and second electroactive members (30, 48) longitudinally strain. The first and second electroactive members (30, 48) are arranged such that deformation of one electroactive member (30) results in

corresponding deformation of the other electroactive member (48). The device provides substantial transformation ratios in which relatively high power may be transferred in relation to the size of the unit, operability over wide input and output frequency bandwidths, and electrical isolation of the voltage and current at the input to the device from the voltage and current at the output of the device.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 7, 15.07.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **47 525** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **H 01L 41/107 A**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
99127069, 26.05.1998

(24) Дата набуття чинності: 15.07.2002

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 27.05.1997 US 08/864,029

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.07.2002

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки відповідно до договору РСТ:
PCT/US98/10660, 19980526

(72) Винахідник(и):
Бішоп Річард Паттен , US

(73) Власник(и):
Бішоп Річард Паттен , US

(54) П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

(57) Реферат:

П'єзоелектричний перетворювальний пристрій містить перший і другий електроактивні елементи, що мають електроди, приєднані до кожної з їхніх головних поверхонь і з'єднувальних шарів, розміщених між ними. Перший і другий електроактивні елементи поляризують в напрямку товщини між їхніми двома головними поверхнями, тому при збудженні електричним полем перший і другий електроактивні елементи подовжньо

напружуються. Перший і другий електроактивні елементи розміщені так, що деформація одного електроактивного елемента відповідно спричиняє деформацію другого електроактивного елемента. Згаданий пристрій має значення коефіцієнту перетворення, з котрими може передавати відносно високу, для таких розмірів пристрою, потужність в широкому діапазоні частот вхідних і вихідних сигналів і високому рівні електричної ізоляції напруги і струму на вході.

Опис винаходу

Цей винахід має відношення до керамічних п'єзоелектричних перетворювачів. Зокрема, цей винахід має відношення до багатошарових керамічних п'єзоелектричних перетворювачів.

Для генерування високої напруги у внутрішніх схемах живлення таких пристроїв як, наприклад, телевізійна апаратура або в зарядних пристроях копіювальних машин, що потребують високої напруги, звичайно застосовують намотувані електромагнітні перетворювачі. Такі електромагнітні перетворювачі мають форму провідника, намотаного на осердя, виготовлене з магнітної речовини, Оскільки для отримання високого значення коефіцієнта перетворення потрібна велика кількість витків провідника, надзвичайно важко виготовити електромагнітні перетворювачі, які були б ефективними і, в той же час, компактними й тонкими.

Щоб розв'язати цю проблему, у рівні техніки були застосовані п'єзоелектричні перетворювачі, що використовують п'єзоелектричний ефект. На відміну від звичайного електромагнітного перетворювача, керамічний п'єзоелектричний перетворювач має ряд переваг. Розмір п'єзоелектричного перетворювача може бути зроблений меншим, ніж у електромагнітного перетворювача при однаковому коефіцієнті перетворення. П'єзоелектричні перетворювачі можуть бути зроблені непадальними, і вони не створюють електромагнітних завад.

Керамічні елементи п'єзоелектричних перетворювачів рівня техніки набувають різних форм і конфігурацій, включаючи кільця, плоскі пластини і тому подібне. Типовий приклад п'єзоелектричного перетворювача рівня техніки показано на фіг.1. Цей тип п'єзоелектричного перетворювача звичайно називають п'єзоелектричним перетворювачем "розенівського типу". Основний п'єзоелектричний перетворювач Розена описано в патенті США № 2830274, виданому Розену, і численні варіанти цього основного пристрою добре відомі у рівні техніки. Типовий п'єзоелектричний перетворювач Розена містить плоску керамічну пластину 10, яка відчутно довша за її ширину і значно ширша за товщину. Як показано на фіг.1, п'єзоелектричний елемент 10 має декілька ділянок, поляризованих відмінно від інших. У випадку фіг.1, п'єзоелектричний елемент 10 має форму плоскої пластини, ширина якої значно більша за товщину, а довжина - більша за товщину. Значну частину пластини 10, ділянку 12 праворуч від центра пластини, поляризують подовжньо, тоді як решту пластини поляризують поперечно до лицьової поверхні пластини. В наведеному випадку решту пластини фактично поділено на дві ділянки: одну ділянку 14, що поляризована поперечно - в одному напрямку, і решту лівої половини пластини, ділянку 16, що також поляризована поперечно - але в напрямку, протилежному до напрямку поляризації, ділянки 14.

Щоб значення електричної напруги могли бути зв'язані з механічним напруженням в пластині 10, під'єднують електроди. При потребі можна утворити загальний електрод 18, показаний, як заземлений. Для виконання первинних з'єднань і для зв'язування електричних напруг на протилежних поверхнях поперечно поляризованої ділянки 14 пластини 10 призначений електрод 20, розміщений на протилежній від загального електрода 18 стороні. Для зв'язування електричної напруги з механічним напруженням, створюваним в пластині 10 в подовжньому напрямку, призначений вторинний електрод 22 (або електрод високої напруги), що взаємодіє зі спільним електродом 13. Електрод 22 показаний, як приєднаний до затискача 24 пристрій навантаження 26, заземленого на протилежному його кінці.

У пристрої, показаному на фіг.1, напругу, прикладена між електродами 18 і 20, підвищують до високої напруги між електродами 18 і 22, призначеної для живлення навантаження 26 значно вищою напругою ніж напруга прикладена між електродами 18 і 20.

Проблема з п'єзоелектричними перетворювачами рівня техніки є в тому, що вони важкі для виробництва, бо кожний окремий керамічний елемент повинен бути "поляризований" щонайменше двічі, і напрямки їх полюсів повинен відрізнятися.

Інша проблема з п'єзоелектричними перетворювачами рівня техніки є в тому, що вони важкі до виробництва, бо необхідно застосовувати електроди не тільки для головних поверхонь керамічного елемента, але й для щонайменше однієї з малих поверхонь керамічного елемента.

Інша проблема з п'єзоелектричними перетворювачами рівня техніки полягає в тому, що вони важкі до виробництва, бо щоб електричне приєднати перетворювач до електричної схеми, необхідно прикріпити (шляхом паяння або інакше) електричні провідники (наприклад, відрізки дроту) до електродів на головних поверхнях керамічного елемента та на, принаймні, одній малій поверхні керамічного елемента.

Інша проблема з п'єзоелектричними перетворювачами рівня техніки полягає в тому, що вихідна напруга цього пристрою обмежена здатністю керамічного елемента зазнавати деформації без розтріскування або появи дефектів структури. Таким чином бажано створити п'єзоелектричний перетворювач, пристосований до деформування в умовах високої напруги без пошкодження керамічного елемента пристрою.

Термін "п'єзоелектричний перетворювач" тут застосовують до пасивного електричного пристрою передачі енергії, який використовує п'єзоелектричні властивості двох взаємозв'язаних матеріалів, з метою досягнути перетворення електричної напруги, струму або імпедансу. Об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, який не тільки має істотні значення коефіцієнта перетворення, але й може перетворювати відносно високу, для такого розміру елемента, потужність.

Відповідно - первинним об'єктом винаходу є, створення п'єзоелектричного перетворювача, який можна легко і недорого вироблятися.

Іншим об'єктом винаходу є створення пристрою відповідно до описаного вище, здатного виробляти високу напругу і який можна безпечно використовувати у схемах високої напруги.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, що містить пару керамічних елементів, кожен з яких має п'єзоелектричні властивості, і які фізично (механічно)

з'єднані один з одним так, що деформація одного керамічного елемента спричиняє відповідну деформацію другого керамічного елемента.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, який легко виробляти, бо достатньо тільки одного разу поляризувати кожний керамічний елемент, причому напрямок поляризації для кожного керамічного елемента однаковий для всієї його маси.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, який легко виробляти, бо достатньо прикріпити електроди тільки до головних поверхонь керамічних елементів, і в якому не потрібно кріпити електроди до малих поверхонь керамічних елементів.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, який легко виробляти, бо достатньо прикріпити електроди тільки до двох паралельних протилежних поверхонь керамічних елементів.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, який легко під'єднувати до або встановлювати в електричну схему, бо достатньо прикріпити (паянням або іншим способом) електричні провідники (наприклад, відрізки дроту) тільки до електродів на головних поверхнях керамічного елемента.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, пристосованого до деформування в умовах високої електричної напруги без пошкодження керамічного елемента пристрою

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, який може працювати в широкому діапазоні частот вхідних і вихідних сигналів.

Іншим об'єктом винаходу є створення п'єзоелектричного перетворювача, відповідно до описаного вище, що електричне ізолює напругу і струм на вході пристрою від напруги і струму на його виході.

Інші об'єкти і переваги винаходу очевидні з розгляду фігур і наступного його опису.

Фіг.1 є схематичним загальним виглядом конструкції розенівського типу п'єзоелектричного перетворювача рівня техніки;

Фіг.2 є загальним виглядом рекомендованого втілення п'єзоелектричного перетворювача, здійсненого відповідно до цього винаходу;

Фіг.3 є перетином, на якому показані деталі шарів шаруватої конструкції, здійсненої відповідно до цього винаходу,

Фіг.4 є загальним виглядом одного з варіантів втілення цього винаходу;

Фіг.5 є загальним виглядом одного з варіантів втілення цього винаходу; і

Фіг.6 є загальним виглядом одного з варіантів втілення цього винаходу.

У рекомендованому втіленні винаходу п'єзоелектричний перетворювач (загалом позначений числом) виготовляють шляхом набирання в пакет і з'єднання разом ряду шарів, як показано на фіг.2, і як буде детальніше описано нижче.

Перша п'єзоелектрична керамічна галета 30 має, переважно, форму пластини, що має дві паралельні гальванізовані головні поверхні 32 і 38.

Друга п'єзоелектрична керамічна галета 48 має, переважно, форму пластини, що має дві паралельні гальванізовані головні поверхні 46 і 50.

Перший шар попереднього напружування 36 розміщено суміжно з гальванізованою поверхнею 32 першої п'єзоелектричної керамічної галети 30. З метою з'єднання двох елементів (тобто першого шару попереднього напружування 36 і першої п'єзоелектричної керамічної галети 30) разом, між першим шаром попереднього напружування 36 і суміжною гальванізованою поверхнею 32 першої п'єзоелектричної керамічної галети 30 розміщено липкий шар 34. Перший шар попереднього напружування 36 краще виконати з провідного матеріалу (краще з металу), що має коефіцієнт теплового розширення/стискання більший, ніж у матеріалі першої керамічної галети 30.

Другий шар попереднього напружування 42 розміщено суміжно з гальванізованою поверхнею 38 першої п'єзоелектричної керамічної галети 30. З метою з'єднання двох елементів (тобто другого шару попереднього напружування 42 і першої п'єзоелектричної керамічної галети 30) разом, між другим шаром попереднього напружування 42 і суміжною гальванізованою поверхнею 38 першої п'єзоелектричної керамічної галети 30 розміщено липкий шар 40. Другий шар попереднього напружування 42 краще виконати з провідного матеріалу (краще з металу), що має коефіцієнт теплового розширення/стискання більший, ніж у матеріалі першої керамічної галети 30.

Гальванізована поверхня 46 другої п'єзоелектричної керамічної галети 48 розміщена суміжно з другим шаром попереднього напружування 42 так, що другий шар попереднього напружування у 42 розміщено між двома керамічними галетами 30 і 48, як показано на фіг.2. з метою з'єднання двох елементів (тобто другого шару попереднього напружування 42 і другої п'єзоелектричної керамічної галети 48) разом, між другим шаром попереднього напружування 42 і суміжною, гальванізованою поверхнею 46 другої, керамічної п'єзоелектричної галети 48 розміщено липкий шар 44. Бажано щоб перший шар попереднього напружування 36 мав коефіцієнт теплового розширення/стискання більший, ніж у матеріалі другої керамічної галети 48.

Третій шар попереднього напружування 54 розміщено суміжно з іншою гальванізованою поверхнею 50 другої п'єзоелектричної керамічної галети 48. З метою з'єднання двох елементів (тобто третього шару попереднього напружування 54 і другої п'єзоелектричної керамічної галети 48) разом, між третім шаром попереднього напружування 54 і суміжною, гальванізованою поверхнею 50 другої, керамічної п'єзоелектричної галети 48 розміщено липкий шар 52. Третій шар попереднього напружування 54 краще виконати з провідного матеріалу

(краще з металу), що має коефіцієнт теплового розширення/стискання більший, ніж у матеріалі другої керамічної галети 48.

В процесі виробництва перетворювача 1 повний пакет шарів (тобто дві керамічні галети 30 та 48, три шари попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотири липкі шари 34, 40, 44 і 52) влаштовують, як описано вище і, як показано на фіг.2, а потім одночасно нагрівають до температури, вищої за точки плавлення липких матеріалів 34, 40, 44 та 52. У рекомендованому втіленні винаходу в чотирьох липких шарах 34, 40, 44 та 52 використовували липкий матеріал LaRC-SI_{TM}, що розроблений фірмою "НАСА Ленглі різерч центр" і продається фірмою IMITEC Inc., Шенектад, Нью-Йорк. Липкий матеріал LaRC-SI_{TM}, що має точку плавлення вище 300°C, є дуже сильним липким матеріалом і має коефіцієнт теплового стискання більший, ніж у більшості керамік (і, зокрема, бажано щоб він був більший, ніж у матеріалів двох керамічних галет 30 і 48). Хоч у рекомендованому втіленні: винаходу використовують липкий матеріал LaRC-SI_{TM}, в межах правового захисту цього винаходу є використання інших липких матеріалів, точка плавлення яких є нижче точки плавлення інших шарів перетворювача (тобто двох керамічних галет 30 і 48, і трьох шарів попереднього напружування 36, 42 і 54), здатних тверднути, забезпечуючи зв'язок між відповідними попередньо напруженими шарами 36, 42 і 54 і керамічними галетами 30 і 48, достатній для передачі подовжніх напружень між суміжними шарами перетворювача 1.

Після того як повний пакет шарів (тобто дві керамічні галети 30 та 48, три шари попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотири липкі шари 34, 40, 44 і 52) було одночасно нагріто до температури, вищої за точку плавлення липких матеріалів 34, 40, 44 та 52, повному пакету шарів (тобто двом керамічним галетам 30 та 48, трьом шарам попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотирьом липким шарам 34, 40, 44 і 52) дають охолонути до температури довкілля. Коли температура шарів пакету (тобто двох керамічних галет 30 та 48, трьох шарів попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотирьох липких шарів 34, 40, 44 і 52) падає нижче температури плавлення липких матеріалів 34, 40, 44 і 52, чотири липкі шари 34, 40, 44 і 52 тверднуть, зв'язуючись із суміжними шарами, завдяки відносно вищим значенням коефіцієнту теплового стискання матеріалів шарів попереднього напружування 36, 42 і 54, протягом процесу охолодження керамічні галети 30 і 48 стають стискально напруженими вздовж їхніх поздовжніх осей.

Можна зрозуміти, що п'єзоелектричний перетворювач 1, здійснений відповідно до попереднього опису, містить пару попередньо подовжньо напружених (тобто ущільнених) п'єзоелектричних керамічних галет, міцно зв'язаних одна з одною (хоч і відокремлених липкими шарами та шаром попереднього напружування) вздовж однієї з їхніх головних поверхонь.

Як описано вище, в рекомендованому втіленні винаходу для чотирьох липких шарів (34, 40, 44 і 52) застосовано липкий матеріал LaRC-SI_{TM}. Липкий матеріал LaRC-SI_{TM} є діелектриком. Тому в рекомендованому втіленні винаходу, бажано закрубити поверхні трьох шарів попереднього напружування 36, 42 і 54, які контактують з чотирма липкими шарами 34, 40, 44 і 52 (як показано на Фіг.2), щоб шари попереднього напружування 36, 42 і 54 могли електричне проводити до відповідних гальванізованих поверхонь 32, 38, 46 і 50 відповідних керамічних галет 30 і 48.

В рекомендованому втіленні винаходу шари попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотири липкі шари 34, 40, 44 і 52 довші, ніж дві керамічні галети 30 і 48 і, відповідно, виступають за краї керамічних елементів. Електричні виводи 56, 58 і 60 з'єднані (наприклад, з допомогою відрізка дроту й пайки, або іншим способом) з виступаючими поверхнями шарів попереднього напружування 54, 42 і 36, відповідно.

В рекомендованому втіленні винаходу три шари попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотири липкі шари 34, 40, 44 і 52 кожен стискально напружують керамічні елементи 30 і 48. Стискальне напруження згаданих двох керамічних елементів 30 і 48 робить керамічні елементи 30 і 48 менш вразливими щодо пошкодження (тобто розтріскування і розламування).

Фіг.4 ілюструє конструкцію модифікованого п'єзоелектричного перетворювача 2, що подібна до конструкції рекомендованого втілення винаходу (фіг.2), але в ній відсутні два зовнішні шари попереднього напружування 36 і 54 і липкі шари 34 і 52.

Фіг.5 ілюструє конструкцію іншого модифікованого п'єзоелектричного перетворювача 3. У модифікованому п'єзоелектричному перетворювачі 3 дві п'єзоелектричні галети 30 і 48, що мають паралельні гальванізовані поверхні 32, 38, 46 і 50, зв'язані разом вздовж двох суміжних головних поверхонь галет.

У рекомендованому втіленні п'єзоелектричного перетворювача 1 й у двох модифікованих п'єзоелектричних перетворювачах 2 і 3 керамічні галети 30 і 48 поляризують в одному напрямку. Точніше, в рекомендованому втіленні п'єзоелектричного перетворювача 1 і в двох модифікованих п'єзоелектричних перетворювачах 2 і 3 кожен з керамічних галет 48 і 30 поляризують так, що, коли різницю потенціалів прикладають до відповідних електродів 46 і 50, або 32 і 38 відповідних головних поверхонь, галета подовжньо напружується. І навпаки, в рекомендованому втіленні п'єзоелектричного перетворювача 1 і в двох модифікованих п'єзоелектричних перетворювачах 2 і 3 кожен з керамічних галет 48 і 30 поляризують так, що, коли одну з керамічних галет 48 і 30 подовжньо напружують, між відповідними електродами 46 і 50, або 32 і 38 відповідних головних поверхонь утворюється різниця потенціалів.

Тепер звернемося до Фіг.2. Коли первинну (тобто вхідну) напругу V1 прикладають до виводів 58 і 60, з'єднаних з електродами 32 і 38 першої керамічної галети 30, перша керамічна галета 30 п'єзоелектрично створює розтягальне напруження, відповідне до величини вхідної напруги V1, п'єзоелектричних властивостей матеріалу галети 30, розміру і геометрії матеріалу галети 30, і еластичності інших матеріалів інших шарів (тобто керамічної галети 46, трьох шарів попереднього напружування 36, 42 і 54, і чотирьох липких шарів 34, 40, 44 і 52), що зв'язані з першою галетою 30. Це розтягальне напруження, створюване вхідною напругою V1,

спричиняє подовжнє напруження першої керамічної галети 30, (наприклад, як показано стрілкою 64).

Оскільки перша керамічна галета 30 надійно зв'язана з другою керамічною галетою 48 (липкими шарами 40 і 44), будь-яке подовжнє напруження 64 першої керамічної галети 30 спричиняє подовжнє напруження (тієї ж величини і напрямку) в другій керамічній галеті 48 (як показано стрілкою 65). Подовжнє напруження 65 другої п'єзоелектричної керамічної галети 46 створює різницю потенціалів V2 між двома гальванізованими поверхнями 46 і 50 другої керамічної галети 48. Електричні виводи 58 і 56 можуть бути електрично з'єднані з відповідними гальванізованими поверхнями 46 і 50 другої керамічної галети 48. Величина п'єзоелектрично генерованої напруги V2 між двома електродами 46 і 50 другої керамічної галети 48 залежить від п'єзоелектричних властивостей матеріалу галети 48, розмірів, геометрії і поляризації матеріалу галети 48.

Можна зрозуміти, що прикладання першої напруги V1 до гальванізованих головних поверхонь 32 і 38 першої керамічної галети 30 спричиняє подовжнє напруження 64 першої керамічної галети 30, що, в свою чергу, спричиняє подібне подовжнє напруження 65 другої керамічної галети 48, що, в свою чергу, виробляє другу різницю потенціалів V2 між гальванізованими головними поверхнями 46 і 50 другої керамічної галети 48.

Можна зрозуміти, що відношення першої напруги V1 до другої напруги V2 є функцією п'єзоелектричних властивостей галет 30 і 48, розмірів і геометрії матеріалу галет 30 і 48, еластичності інших матеріалів інших шарів (тобто, керамічних галет 30 і 43, трьох шарів попереднього напружування 35, 42 і 54 і чотирьох липких шарів 34, 40, 44 і 52), і характеристик поляризації двох керамічних галет 30 і 48. Також можна зрозуміти, що перша напруга V1 може, на вибір, бути або "вхідною" напругою, або "вихідною" напругою, а друга напруга V2 може, відповідно, бути або "вихідною" напругою, або "вхідною" напругою.

У рекомендованому втіленні винаходу відповідні гальванізовані лицьові поверхні 38 і 46 першої керамічної галети 30 і другої керамічної галети 46, відповідно, електрично приєднуються до спільного електричного виводу 58. У варіанті втілення перетворювача 4 (як показано на фіг.6) відповідні гальванізовані лицьові поверхні 38 і 46 двох керамічних галет 30 і 48 електрично відокремлюються одна від одної (наприклад, діелектричним липким шаром 62a), і приєднуються до відповідних виводів 69 і 68. Можна зрозуміти, що в цьому модифікованому втіленні перетворювача 4 дві п'єзоелектричні керамічні галети 30 і 48 повністю електрично ізольовані одна від одної. Тому, як можна зрозуміти, перетворювач 4, побудований відповідно до цієї модифікації винаходу, може використовуватися в електричній схемі, щоб електрично захистити електричні компоненти, що стоять в схемі "після" перетворювача 4, від пошкодження стрибками струму в схемі "до" перетворювача 4.

Хоч вищенаведений опис містить багато особливостей, вони не повинні вважатися обмеженнями обсягу правового захисту винаходу, а скоріше ілюстрацією прикладу одного з багатьох інших можливих варіантів рекомендованого втілення:

Різні шари (тобто керамічні галети 30 і 48, шари попереднього напружування 36, 42 і 54, і липкі шари 24, 40, 44 і 52) можуть бути зв'язані один з одним без послідовних нагрівання і охолодження, з метою попереднього напружування керамічних елементів.

Дві керамічні галети 30 і 48 можуть бути виконані з однакових або різних п'єзоелектричних матеріалів, які можуть мати однакові або різні значення п'єзоелектричного коефіцієнту.

Керамічні галети 30 і 48 можуть мати однакові або різні товщини.

Липкі шари (34, 40, 44, 52) можуть бути або електропровідними, або непровідними.

Формула винаходу

1. П'єзоелектричний перетворювач, який містить перший електроактивний елемент з двома головними поверхнями на протилежних сторонах від першої поздовжньої осі, другий електроактивний елемент з двома головними поверхнями на протилежних сторонах від другої поздовжньої осі, де з кожною з двох протилежних головних поверхонь першого електроактивного елемента з'єднаний один електрод, де з кожною з двох протилежних головних поверхонь другого електроактивного елемента також з'єднаний один електрод, який відрізняється тим, що перший електроактивний елемент при поперечній поляризації в напрямку товщини між його двома головними поверхнями має подовжнє напруження, коли між його двома головними поверхнями прикладена напруга, причому другий електроактивний елемент при поперечній поляризації в напрямку товщини між його двома головними поверхнями має подовжнє напруження, коли між його двома головними поверхнями прикладена напруга, причому поляризація другого електроактивного елемента має місце в напрямку, фактично паралельному напрямку поляризації першого електроактивного елемента, який механічно з'єднаний з другим електроактивним елементом за допомогою з'єднувального шару, причому з'єднувальний шар розміщений між першою головною поверхнею першого електроактивного елемента і першою головною поверхнею другого електроактивного елемента.

2. Перетворювач за п. 1, який відрізняється тим, що перший і другий електроактивні елементи виконано з п'єзоелектричного матеріалу.

3. Перетворювач за п. 1, який відрізняється тим, що з'єднувальний шар містить перший електропровідний елемент.

4. Перетворювач за п. 3, який відрізняється тим, що з'єднувальний шар містить також другий електропровідний елемент і діелектричний шар, який розміщений між згаданими першим і другим електропровідними елементами, а перший електропровідний елемент електрично з'єднаний з першою головною поверхнею першого електроактивного елемента, а другий електропровідний елемент електрично з'єднаний з

першою головною поверхнею другого електроактивного елемента.

5. Перетворювач за п. 3, який відрізняється тим, що перша головна поверхня першого електроактивного елемента виконана угнутою, а друга головна поверхня першого електроактивного елемента виконана опуклою.

6. Перетворювач за п. 5, який відрізняється тим, що перша головна поверхня другого електроактивного елемента виконана опуклою, а друга головна поверхня другого електроактивного елемента виконана угнутою.

7. Перетворювач за п. 6, який відрізняється тим, що з'єднувальний шар містить термопластичний матеріал співполіімід, який має точку плавлення вище 100 градусів за Цельсієм.

8. Перетворювач за п. 1, який відрізняється тим, що з'єднувальний шар містить засоби попереднього напружування, призначені для створення стискувального напруження першого і другого електроактивних елементів.

9. Перетворювач за п. 8, який відрізняється тим, що засоби попереднього напружування містять термопластичний матеріал співполіімід, який має точку плавлення вище 100 градусів за Цельсієм.

10. Перетворювач за п. 9, який відрізняється тим, що засоби попереднього напружування також містять перший електропровідний елемент.

11. Перетворювач за п. 10, який відрізняється тим, що засоби попереднього напружування також містять другий електропровідний елемент і діелектричний шар, розміщений між першим і другим електропровідними елементами, причому перший електропровідний елемент електрично з'єднаний із першою головною поверхнею першого електроактивного елемента, а другий електропровідний елемент електрично з'єднаний з першою головною поверхнею другого електроактивного елемента.

12. Перетворювач за п. 10, який відрізняється тим, що містить з'єднаний з другою поверхнею першого електроактивного елемента шар попереднього напружування для створення подовжнього стискувального напружування першого електроактивного елемента, або в якому шар попереднього напружування з'єднаний з другою поверхнею другого електроактивного елемента для створення подовжнього стискувального напруження другого електроактивного елемента.

13. Перетворювач за п. 12, який відрізняється тим, що шар попереднього напружування містить термопластичний матеріал співполіімід, який має точку плавлення вище 100 градусів за Цельсієм.

14. Перетворювач за п. 13, який відрізняється тим, що шар попереднього напружування містить також третій електропровідний елемент.

15. Перетворювач за п. 10, який відрізняється тим, що перша головна поверхня першого електроактивного елемента виконана угнутою, а друга головна поверхня першого електроактивного елемента виконана опуклою.

16. Перетворювач за п. 15, який відрізняється тим, що перша головна поверхня другого електроактивного елемента виконана опуклою, а друга головна поверхня другого електроактивного елемента виконана угнутою.

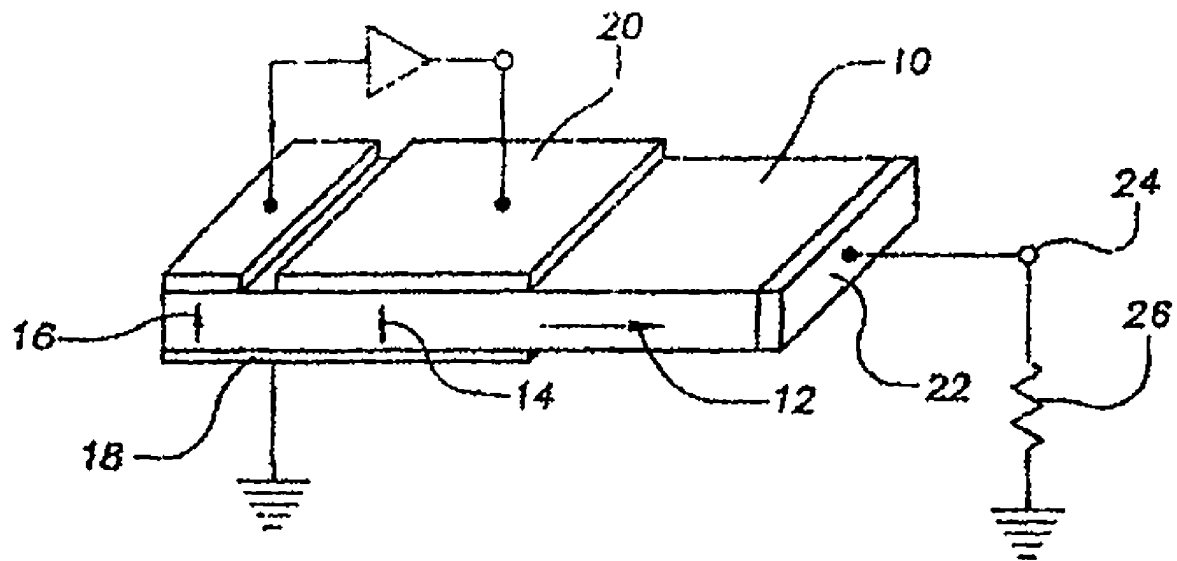


Fig. 1
прототип

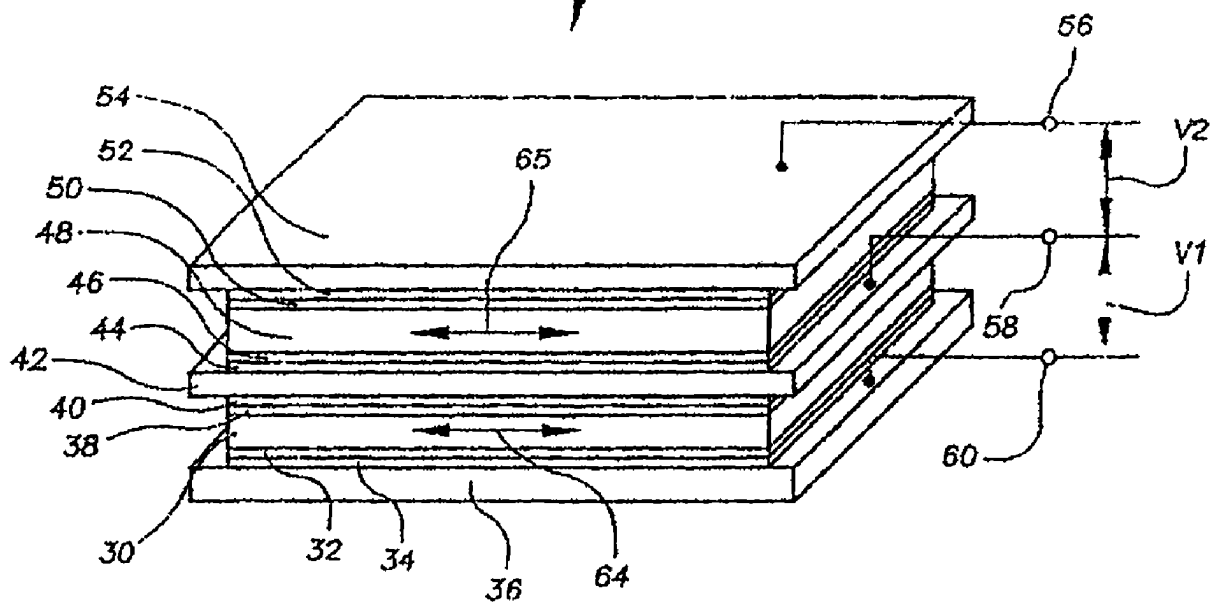


Fig. 2

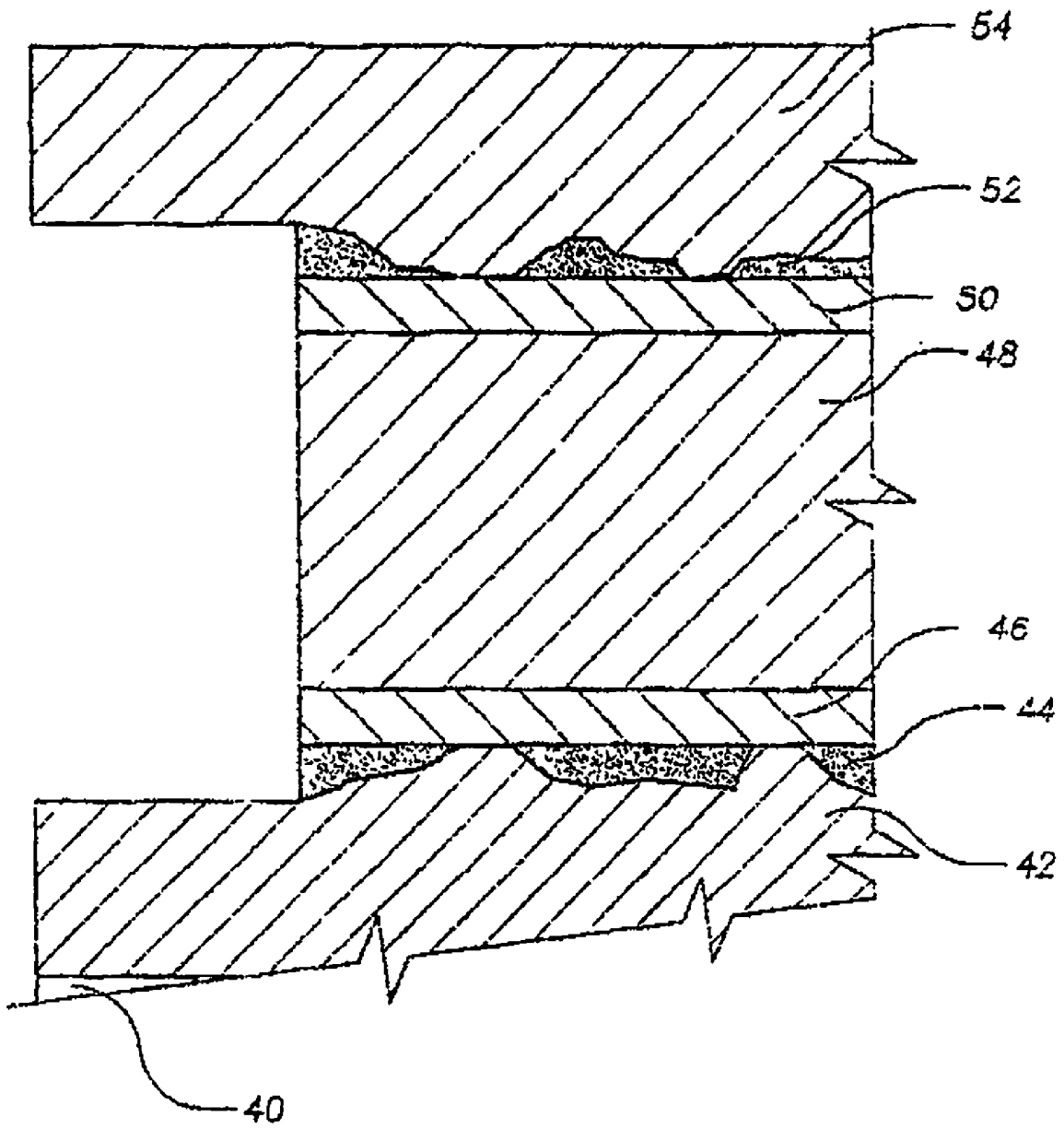


Fig. 3

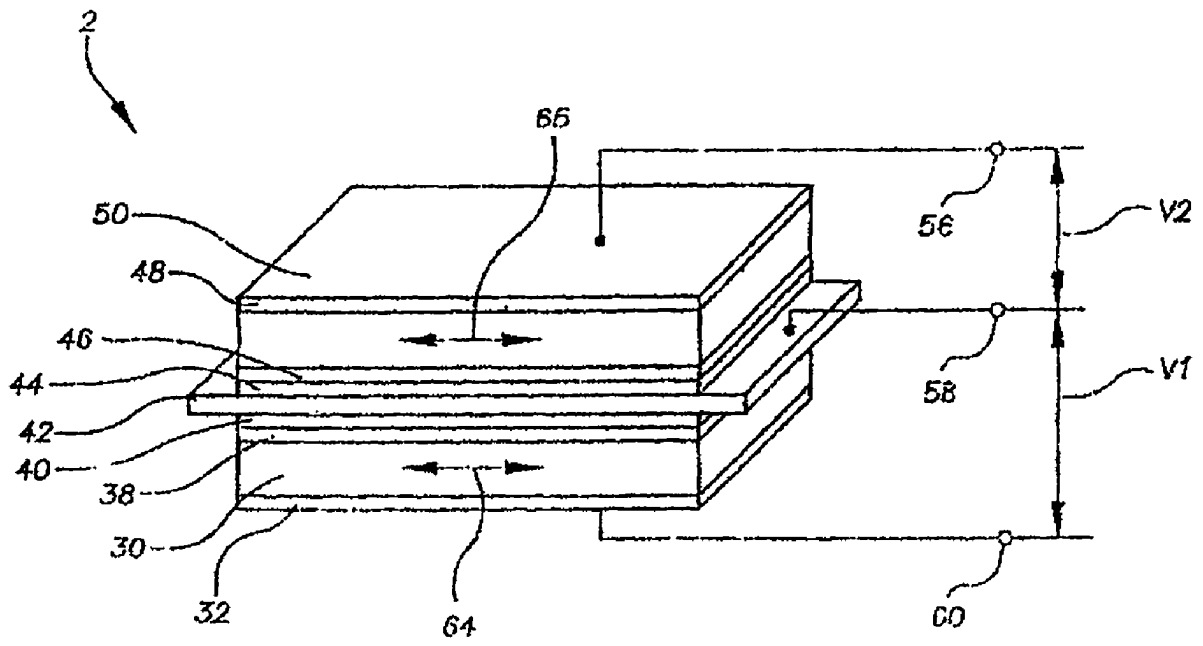


Fig. 4

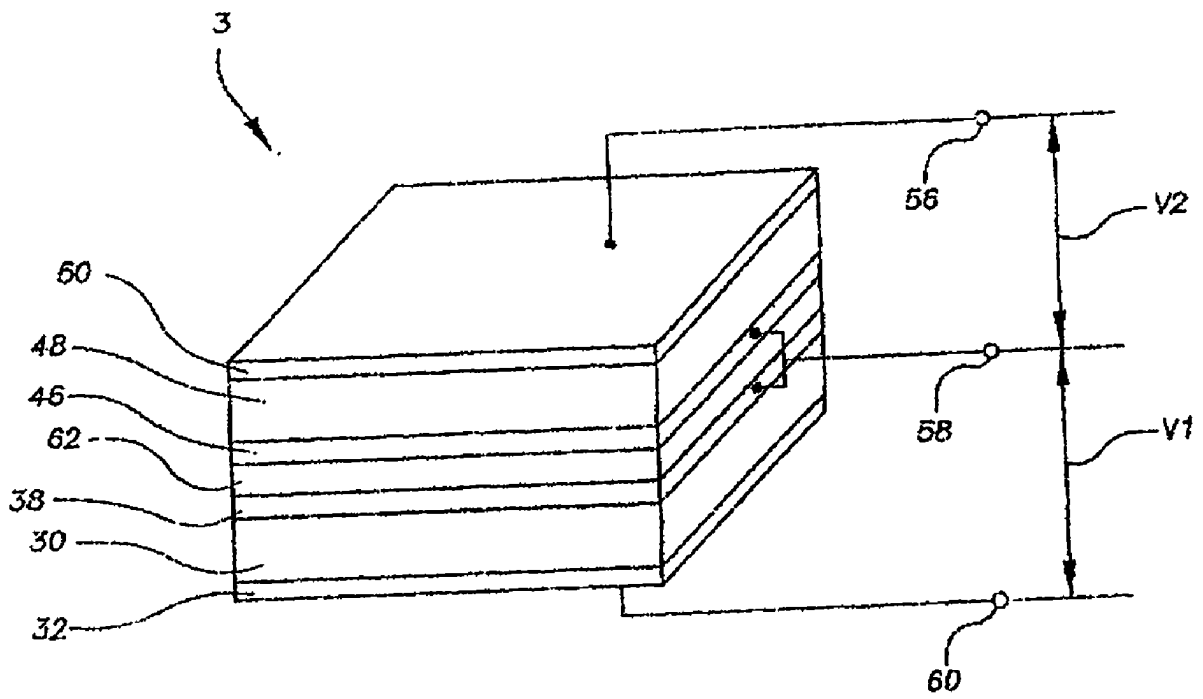


Fig. 5

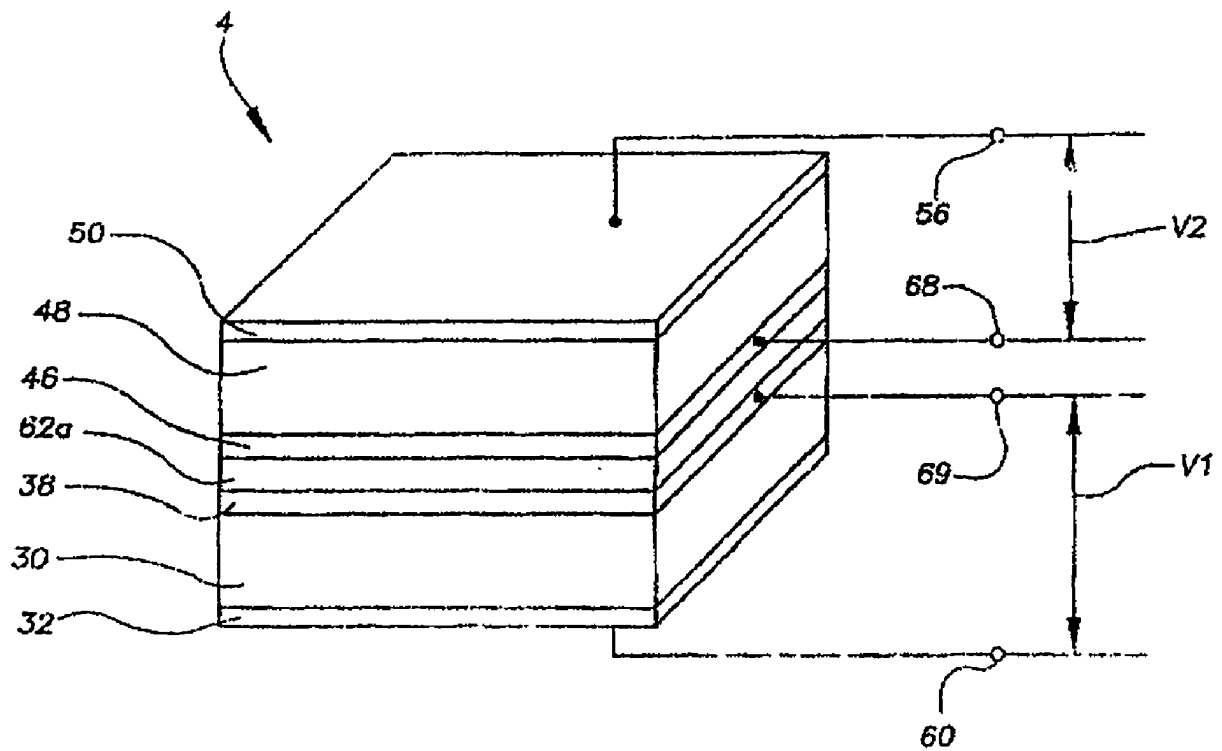


Fig. 6

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 7, 15.07.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.