



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54980 (13) U
(51) МПК (2009)
F41F 1/00
F41A 21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ІНДУКЦІЙНА СИСТЕМА З ЕЛЕМЕНТАМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ ТІЛА

1

(21) u201009404

(22) 27.07.2010

(24) 25.11.2010

(46) 25.11.2010, Бюл.№ 22, 2010 р.

(72) ПЕРМЯКОВ ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ, КРАВЧЕНКО ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ЧЕМЕРИС ВОЛОДИМИР ТЕРЕНТІЙОВИЧ, МАШТАЛІР ВАДИМ ВІТАЛІЙОВИЧ, СЕНДЕЦЬКИЙ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ПЕРМЯКОВ ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ, КРАВЧЕНКО ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ЧЕМЕРИС ВОЛОДИМИР ТЕРЕНТІЙОВИЧ, МАШТАЛІР ВАДИМ ВІТАЛІЙОВИЧ

(57) 1. Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, що містить розгінну систему, до складу якої входять імпульсний соленоїд та елемент стабілізації руху тіла, що виконаний у вигляді металевий напрямної, тіло прискорення, система живлення, при цьому розгінна система виконана з центральним каналом для переміщення тіла прискорення, імпульсний соленоїд встановлено зовні металевий напрямної, зазначене тіло прискорення виконане таким, що містить металевий корпус, причому згадане тіло прискорення розташоване в каналі розгінної системи, а імпульсний соленоїд з'єднано з системою живлення, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить не менше, ніж одну додаткову розгінну систему, яка/які за конструкцією виконана аналогічно базовій, дистанційні діелектричні вставки, вхідний і вихідний фланці, при цьому кожна з металевих напрямних виконана у вигляді рейки прямокутного поперечного перерізу, на тілі прискорення виконано пази для проходу металевих напрямних, розгінні системи розміщено одна відносно іншої по осі, що співпадає з поздовжньою віссю кожної із зазначених розгінних систем, металеві напрямні в кожній із розгінних сис-

2

тем розміщено паралельно одна до іншої, дистанційні діелектричні вставки розміщено між розгінними системами з утворенням секцій, імпульсні соленоїди кожної з додаткової розгінної системи з'єднано з системою живлення, намотка проводу у кожному з імпульсних соленоїдів розгінної системи виконана ромбоподібної форми у поперечному перерізі відносно каналу для переміщення тіла прискорення зазначеної розгінної системи, причому тіло прискорення виконане переважно круглої форми в поперечному перерізі, пази на тілі прискорення виконано у кількості, що дорівнює кількості металевих напрямних, пази на тілі прискорення розташовано симетрично його поздовжній осі, зазначені пази виконано переважно прямокутної форми в поперечному перерізі і однаковими за геометричними розмірами з поперечним перерізом рейок, в центральній частині кожної з дистанційних діелектричних вставок виконаний наскрізний отвір, вхідний і вихідний фланці розташовані на торцевих поверхнях крайніх розгінних систем.

2. Індукційна система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що основна та додаткова/додаткові розгінні системи об'єднано в єдину конструкцію, жорсткість якої забезпечена шляхом стягування зазначених розгінних систем по одній осі між кінцевими вхідним та вихідним фланцями за допомогою стержнів жорсткості.

3. Індукційна система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що конструкція дистанційних діелектричних вставок забезпечує кріплення до них металевих напрямних.

4. Індукційна система за п.1, яка **відрізняється** тим, що зовнішня поверхня металевих напрямних та пазів, що виконані на тілі прискорення, покрита матеріалом, який забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя між зазначеними поверхнями контакту.

Корисна модель відноситься до галузі озброєння, зокрема, до індукційних систем, а саме до індукційних систем з елементами стабілізації руху тіла.

В пошуках ефективних методів стабілізації руху тіла циліндричної форми під час його прискорення імпульсним магнітним полем соленоїда досліджувався вільний рух тіла у внутрішній порожнині імпульсних соленоїдів взагалі без усякої напрямної системи [1,2]. Було виявлено, що навіть незначні відхилення від осесиметричного розташування тіла у внутрішній порожнині соленоїда

(19) UA (11) 54980 (13) U

породжують бокові складові електромагнітної сили, внаслідок чого одночасно з поступальним рухом вздовж осі прискорювача тіло здійснює хаотичні відхилення від головного напрямку руху і може пошкодити внутрішню ізоляцію та провідники соленоїда, торкаючись їх на великій швидкості. Для компенсації цих бокових зусиль, що діють на тіло прискорення, в роботах [1, 2] можуть бути застосовані додаткові стабілізуючі соленоїди, але таке рішення збільшує складність системи і кількість елементів, що створюють електромагнітне поле.

Відома індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, що містить напрямну систему, яка виконана у вигляді труби, пристрої для вироблення електромагнітного поля та тіло прискорення, при цьому зазначена труба виготовлена з матеріалу, що не здатний проводити електричний струм, а пристрої для вироблення електромагнітного поля виконано у вигляді імпульсних соленоїдів [3].

До недоліків відомої індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла відноситься те, що збільшення швидкості тіла прискорення залежить від збільшення геометричних розмірів (перш за все, довжини) напрямної системи. До недоліків відноситься й те, що дана індукційна система потребує значних енергетичних затрат для здійснення прискорення тіла прискорення.

Найбільш близьким технічним рішенням, як по суті так і за задачами, що вирішуються, є індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, що містить розгінну систему, до складу якої входять імпульсний соленоїд та елемент стабілізації руху тіла, що виконаний у вигляді металевої напрямної, тіло прискорення, система живлення, при цьому розгінна система виконана з центральним каналом для переміщення тіла прискорення, імпульсний соленоїд встановлено зовні металевої напрямної, зазначене тіло прискорення виконане таким, що містить металевий корпус, причому упом'януте тіло прискорення розташоване в каналі розгінної системи, а імпульсний соленоїд з'єднано з системою живлення [4].

До недоліків індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, яка обрана за прототип, відноситься те, що існує необхідність синхронізації подачі напруги на пристрої, що виробляють електромагнітне поле (тобто імпульсні соленоїди), з поступальним рухом тіла прискорення (зазначене досліджувалося в [5], де викладені результати розробки потужного індукційного прискорювача (із кінцевою швидкістю тіла прискорення 2500 м/с) і показано, що навіть незначна нестабільність у подачі напруги та струму в імпульсні соленоїди істотно знижує енергетичну ефективність процесу прискорення). До недоліків індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, яка обрана за прототип, відноситься й те, що розгінна система у вигляді металевої напрямної (у даному конструктивному виконанні - у вигляді труби) має негативний вплив на енергетичні показники процесу прискорення тіла прискорення. Розгінну систему не можна виготовляти з міцних металевих сплавів через те, що металева стінка металевої напрямної екранує тіло, що має прискорюватися, від дії елек-

тромагнітного поля, через що значно зменшується сила, що прискорює тіло прискорення. Якщо ж виготовляти розгінну систему з металевих матеріалів, то для забезпечення необхідної міцності великої довжини товщина стінок металевої напрямної має бути достатньо великою, через що збільшується різниця між внутрішнім діаметром імпульсних соленоїдів та зовнішнім діаметром тіла прискорення, що прискорюється. Збільшення цієї різниці діаметрів має наслідком зменшення електромагнітного зв'язку тіла прискорення, що прискорюється, з імпульсними соленоїдами та зниження енергетичних показників процесу прискорення.

В основу корисної моделі покладено задачу шляхом усунення недоліків прототипу забезпечити стабілізацію руху тіла прискорення завдяки ковзанню пазами, які виконано в його боковій поверхні, по напрямних елементах розгінної системи, із здійсненням при цьому просування тіла прискорення по каналу розгінної системи з максимальним зростанням швидкості зазначеного тіла прискорення.

Суть корисної моделі в індукційній системі з елементами стабілізації руху тіла, що містить розгінну систему, яка містить розгінну систему, до складу якої входять імпульсний соленоїд та елемент стабілізації руху тіла, що виконаний у вигляді металевої напрямної, тіло прискорення, система живлення, при цьому розгінна система виконана з центральним каналом для переміщення тіла прискорення, імпульсний соленоїд встановлено зовні металевої напрямної, зазначене тіло прискорення виконане таким, що містить металевий корпус, причому упом'януте тіло прискорення розташоване в каналі розгінної системи, а імпульсний соленоїд з'єднано з системою живлення, полягає в тому, що вона додатково містить не менше, ніж одну додаткову розгінну систему, яка/які за конструкцією виконано аналогічно базовій, дистанційні діелектричні вставки, вхідний і вихідний фланець, при цьому кожна з металевих напрямних виконана у вигляді рейки прямокутного поперечного перерізу, на тілі прискорення виконано пази для проходу металевих напрямних, розгінні системи розміщено одна відносно іншої по осі, що співпадає з поздовжньою віссю кожної із зазначених розгінних систем, металеві напрямні в кожній із розгінних систем розміщено паралельно одна до іншої, дистанційні діелектричні вставки розміщено між розгінними системами з утворенням секцій, імпульсні соленоїди кожної з додаткової розгінної системи з'єднано з системою живлення, намотка проводу у кожному з імпульсних соленоїдів розгінної системи виконана ромбоподібної форми у поперечному перерізі відносно каналу для переміщення тіла прискорення зазначеної розгінної системи, причому тіло прискорення виконане переважно круглої форми в поперечному перерізі, пази на тілі прискорення виконано у кількості, що дорівнює кількості металевих напрямних, пази на тілі прискорення розташовано симетрично його поздовжньої осі, зазначені пази виконано переважно прямокутної форми в поперечному перерізі і однаковими за геометричними розмірами з поперечним перерізом рейок, в центральній частині

кожної з дистанційних діелектричних вставок виконаний наскрізний отвір, вхідний і вихідний фланці розташовані на торцевих поверхнях крайніх розгінних систем. При цьому, основна та додаткова/додаткові розгінні системи об'єднано в єдину конструкцію, жорсткість якої забезпечена шляхом стягуванням зазначених розгінних систем по одній осі між кінцевими вхідним та вихідним фланцями за допомогою стержнів жорсткості. Причому, конструкція дистанційних діелектричних вставок забезпечує кріплення до них металевих напрямних. Зовнішня поверхня металевих напрямних та пазів, що виконані на тілі прискорення, покрита матеріалом, який забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя між зазначеними поверхнями контакту.

Порівняльний аналіз технічного рішення із прототипом дозволяє зробити висновок, що індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, яка заявляється, відрізняється тим, що вона додатково містить не менше, ніж одну додаткову розгінну систему, яка/які за конструкцією виконано аналогічно базовій, дистанційні діелектричні вставки, вхідний і вихідний фланець, при цьому кожна з металевих напрямних виконана у вигляді рейки прямокутного поперечного перерізу, на тілі прискорення виконано пази для проходження металевих напрямних, розгінні системи розміщено одна відносно іншої по осі, що співпадає з поздовжньою віссю кожної із зазначених розгінних систем, металеві напрямні в кожній із розгінних систем розміщено паралельно одна до іншої, дистанційні діелектричні вставки розміщено між розгінними системами з утворенням секцій, імпульсні соленоїди кожної з додаткової розгінної системи з'єднано з системою живлення, намотка проводу у кожному з імпульсних соленоїдів розгінної системи виконана ромбоподібної форми у поперечному перерізі відносно каналу для переміщення тіла прискорення зазначеної розгінної системи, причому тіло прискорення виконане переважно круглої форми в поперечному перерізі, пази на тілі прискорення виконано у кількості, що дорівнює кількості металевих напрямних, пази на тілі прискорення розташовано симетрично його поздовжньої осі, зазначені пази виконано переважно прямокутної форми в поперечному перерізі і однаковими за геометричними розмірами з поперечним перерізом рейок, в центральній частині кожної з дистанційних діелектричних вставок виконаний наскрізний отвір, вхідний і вихідний фланці розташовані на торцевих поверхнях крайніх розгінних систем. При цьому, основна та додаткова/додаткові розгінні системи об'єднано в єдину конструкцію, жорсткість якої забезпечена шляхом стягуванням зазначених розгінних систем по одній осі між кінцевими вхідним та вихідним фланцями за допомогою стержнів жорсткості. Причому, конструкція дистанційних діелектричних вставок забезпечує кріплення до них металевих напрямних. Зовнішня поверхня металевих напрямних та пазів, що виконані на тілі прискорення, покрита матеріалом, який забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя між зазначеними поверхнями контакту.

Таким чином, індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, яка заявляється, відповідає критерію корисної моделі «новизна».

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою ілюстрації, де на фіг. 1 показана індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, яка заявляється, на фіг. 2 показана схема намотування проводу соленоїда навколо каналу системи прискорення в окремій секції, на фіг. 3 показано тіло прискорення в боковому перерізі.

Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла містить (як варіант конструктивного виконання - див. фіг. 1) тіло прискорення 1, розгінну систему, що має вхідний фланець 2, вихідний фланець 3, напрямні елементи (рейки) 4, дистанційні діелектричні вставки між секціями 5, стержні жорсткості 6, що з'єднують вхідний фланець 2 з вихідним фланцем 3, та імпульсні соленоїди 7. Дистанційні діелектричні вставки 5 після стягування всіх секцій стержнями жорсткості між фланцями 2 та 3 забезпечують необхідну фіксацію взаємного положення секцій і дають можливість здійснювати кріплення напрямних рейок 4 до вставок 5. Це кріплення виконується регульованим для забезпечення можливості калібрування відстаней між напрямними елементами (рейками) 4 і підтримання їхньої жорсткості. В матеріалі дистанційних вставок 5 розміщуються також сенсори для стеження за рухом тіла прискорення 1. Тіло прискорення 1 має металевий корпус, у боковій поверхні котрого виготовлені пази 8, що охоплюють напрямні елементи 4. Тіло прискорення 1 здатне ковзати пазами 8 по напрямних рейках 4 в каналі 9 розгінної системи (також див. фіг. 3). Для підготовки пострілу тіло прискорення 1 заряджають в розгінну систему із збігом пазів 8 з напрямними елементами 4. Канал 9 розгінної системи разом з напрямними елементами (рейками) 4 охоплений імпульсними соленоїдами 7, що мають ромбоподібну форму отвору завдяки технології ромбовидного намотування проводу 11 соленоїда 7 в кожній окремій секції розгінної системи (див. фіг. 2). Для здійснення пострілу забезпечують синхронізовану із рухом тіла прискорення 1 подачу імпульсного струму від системи живлення 10 на соленоїди 7, при цьому створюється рухоме електромагнітне поле імпульсних соленоїдів 7, чим забезпечується при пострілі рух тіла прискорення 1 по каналу 9 розгінної системи із зростанням швидкості руху тіла за рахунок взаємодії електромагнітного поля соленоїдів з металічним корпусом тіла (див. фіг. 1).

Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла використовується наступним чином.

Попередньо виготовляють конструктивні елементи індукційної системи, конструкція якої заявляється. Так, на різних підприємствах промисловості виготовляють: напрямні елементи (рейки), діелектричні дистанційні вставки між секціями розгінної системи, тіло прискорення, в боковій поверхні якого виготовляють пази, імпульсні соленоїди та систему живлення (див. фіг. 1).

Додатково для індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла формують розгінну систему, що містить N секцій імпульсних соленоїдів, N секцій металевих напрямних, при цьому кожна з

металевих напрямних виконана у вигляді рейки прямокутного поперечного перерізу, N-1 секцію дистанційних діелектричних вставок, розміщених між окремими розгінними системами, що і утворюють секції, вхідний і вихідний фланець (див. схему на фіг. 1). Конструктивна цілісність розгінної системи забезпечується стягуванням вхідного фланцю 1 та вихідного фланцю з допомогою стержнів жорсткості. Розгінну систему формують не менше, ніж з двох секцій (як один з варіантів конструктивного виконання). Діелектричні дистанційні вставки фіксують соленоїди в розгінній системі. Діелектричні дистанційні вставки використовуються також для кріплення напрямних елементів (рейок) за допомогою регульованих елементів кріплення, а також для розміщення сенсорів для стеження за рухом тіла прискорення.

Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла, що заявляється, передбачає також необхідність попередньої технологічної операції (або попередньо - як варіант конструктивного виконання) для підготовки тіла прискорення 1, яке повинно мати металевий корпус, а в боковій поверхні його повинні бути виготовлені пази 8 для напрямних елементів (рейок) 4.

Конструктивно і технологічно встановлюють в розгінну систему напрямні елементи (рейки) 4 та соленоїди 7.

Далі починають збирати індукційну систему.

Намотують провід 11 соленоїда 7 на напрямні елементи (рейки) 4, чим забезпечується ромбоподібна форма внутрішнього отвору кожного соленоїда 7.

Це дозволяє сформуванню в отворах соленоїдів канал для проходу тіла прискорення разом з напрямними елементами (рейками) із збереженням мінімальних відстаней між поверхнею металевих корпусу тіла та внутрішніми поверхнями отворів соленоїдів. Завдяки цьому досягається збільшення інтенсивності силової взаємодії електромагнітного поля соленоїдів з металевим корпусом тіла прискорення (у порівнянні з тим, якою була б ця інтенсивність при круговій формі отворів у соленоїдах).

Наступним етапом технологічного процесу, який покладений в основу індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, що заявляється, є проведення заходів щодо заряджання тіла прискорення в розгінну систему із дотриманням певної початкової позиції та збігу пазів на боковій поверхні тіла прискорення з напрямними елементами (рейками) розгінної системи.

Виготовлена таким чином індукційна система (див. фіг. 1) і тіло прискорення (див. фіг. 3) є готовими до використання.

Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла використовується наступним чином.

Здійснюють заходи щодо проведення пострілу шляхом подачі імпульсного струму від системи живлення до імпульсних соленоїдів синхронно із запрограмованим рухом тіла, що прискорюється. Для керування підключенням кожного соленоїда використовується інформація про заплановану діаграму руху тіла прискорення та інформація про фактичний рух тіла від сенсорів, що розміщені на

діелектричних дистанційних вставках 3. Ця інформація обробляється керуючим пристроєм, що входить до складу системи живлення 9. В результаті в розгінній системі створюється рухомий фронт імпульсного електромагнітного поля, який в результаті взаємодії з металевим корпусом тіла прискорення забезпечує зростання його швидкості по заданому закону.

Головний етап технологічного процесу, що покладений в основу індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, що заявляється, це стабілізація руху тіла прискорення при пострілі за допомогою ковзання тіла прискорення 1 по пазах 8, які виконано на його боковій поверхні, по напрямних елементах (рейках) 4 розгінної системи. Безперешкодний рух тіла по напрямних елементах з допомогою пазів буде забезпечений попереднім калібруванням відстаней між напрямними елементами (рейками) 4 за допомогою регульованих елементів кріплення до дистанційних діелектричних вставок 5.

Індукційна система з елементами стабілізації руху тіла працює таким чином.

При подачі струмів від системи живлення 10 на кожен із соленоїдів 7 навколо соленоїду 7, в якому перебуває в даний момент тіло прискорення 1, створюється магнітне поле. При взаємодії імпульсного магнітного поля соленоїда 7 із металічним корпусом тіла прискорення 1, відбувається виштовхування тіла прискорення 1 із швидкістю, яка відповідає різниці між силою виштовхування тіла прискорення 1 магнітним полем соленоїда 7 та силами, що протидіють рухові (сила інерції, сили тертя). Швидкісне ковзання тіла прискорення 1 пазами 8, що розташовані на його боковій поверхні, вздовж напрямних елементів (рейок) 4 розгінної системи гарантує стабілізацію руху тіла прискорення 1 у процесі прискорення. Направні елементи 4 не є струмонесучими, тому вони позбавлені впливу електроерозії, яка є головною проблемою електроконтактних рейкових прискорювачів (рейкотронів).

Підвищення ефективності застосування індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається за рахунок розміщення напрямних елементів (рейок) безпосередньо в отворах імпульсних соленоїдів. А також, підвищення ефективності застосування індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла досягається за рахунок часткового заглиблення напрямних елементів (рейок) у пази на поверхні металевих корпусу тіла прискорення, і за рахунок спеціальної ромбоподібної форми отворів в імпульсних соленоїдах. Завдяки такій формі намотування проводу соленоїдів забезпечується максимально можливий електромагнітний зв'язок між кожним з імпульсних соленоїдів та рухомим тілом прискорення, що є необхідною умовою високої енергетичної ефективності розгінного процесу. Підвищення ефективності застосування індукційної системи з елементами стабілізації руху тіла, що заявляється, полягає і в тому, що вона має властивості, які дозволяють на її основі реалізувати нові зразки кінетичної зброї, а

також дозволяє підвищити ефективність застосування електродинамічних прискорювачів.

Джерела інформації

1. V.T.Chemerys, Yu.N.Vaskovsky, L.N.Dynnik. Mathematical simulation of projectile free motion in coilgun without mechanical leading elements. - EML-97 // Proceedings of 6th European Symposium on Electromagnetic Launch Technology, The Hague, 25-28 May, 1997, pp. 335 - 342.

2. Ю.Н.Васьковский, Л.Н.Дынник. Движение электропроводного осесимметричного тела в импульсном магнитном поле соленоида. -

Техническая электродинамика, 1991, № 2, с.22 - 28, 57.

3. Космическое оружие: дилемма безопасности / Под ред. Е.П.Велихова, Р.З.Сагдеева, А.А.Кокошина. - М. : Мир, 1986. Раздел 1.3 - Кинетическое оружие, стр. 5%-аналог

4. W.F.Salisbury. Acceleration amplifier // Патент США № 2,870,675. // Patented Jan.27,1959, Cl. 89-1,10р.- прототип.

5. Ronald J. Kaye. Operational requirements and issues for coilgun electromagnetic launchers. - IEEE Transactions on Magnetics, vol.41, No.1, January 2005, pp. 194-199.

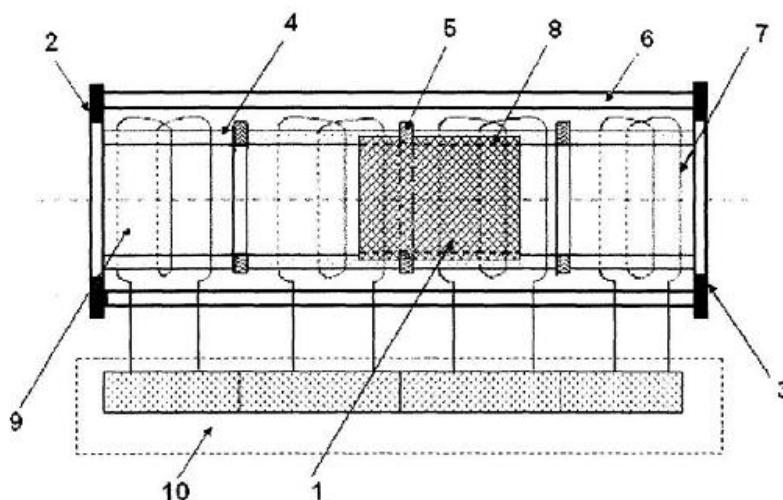


Fig. 1

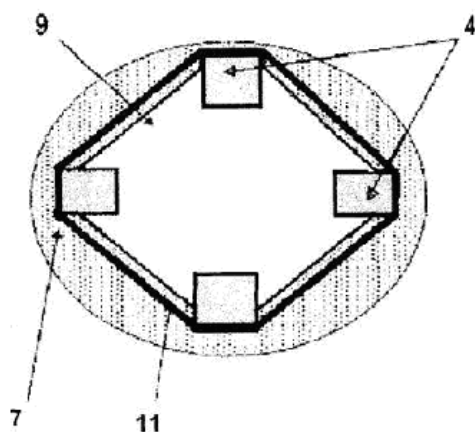


Fig. 2

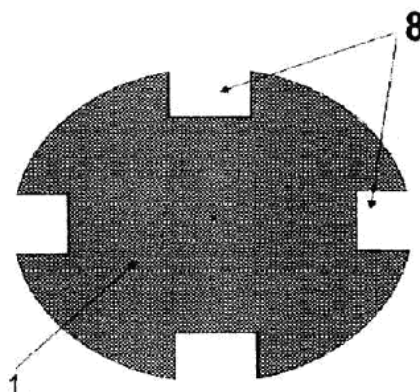


Fig. 3