

Цей винахід стосується магнітних датчиків потоку, зокрема, магнітних витратомірів для води.

У традиційному витратомірі для води механічний датчик потоку (зазвичай турбіна витіснювального типу або одно- чи багатоструменева турбіна) є сполученим з лічильним механізмом, який вимірює кількість повторних циклів датчика. Цей механізм, як правило, є механічним одометром. Забезпечення його взаємодії з електронікою, яке вимагається для дистанційного вимірювання показників, може бути обтяжливим і дорогим, навіть коли одометр замінюється твердотільним лічильником, що має цифрові лічильники.

Застосування датчика потоку, який також є твердотільним, усуває подібні проблеми, пов'язані з забезпеченням взаємодії. Такий датчик потоку є магнітним датчиком потоку, який належить до загальновідомого типу: у заявці GB1303730A описано датчик, у якому електроди включають видовжений провідний дріт з вмістом міді, оточений проникним ізолюючим матеріалом. У заявці SU800650B описано витратомір, у якому електрод є ізольованим із застосуванням захисної системи у формі гальванічної пари, яка складається з сітчастого електрода, виконаного з каталітичного матеріалу для відновлення кисню і безпосередньо з'єднаного з анодом, який оточує вимірювальний електрод і який виконано з матеріалу з незмінним потенціалом по відношенню до відновлення кисню. У US3299703 заявлено витратомір, у якому електроди є розташованими у прорізах, утворених у внутрішній стінці подавального трубопроводу, і зволожувальний агент міститься у прорізах між електродами та рідиною. У заявці JP54116960A описано витратомір, у якому на пару електродів подається позитивний потенціал для того, щоб поверхні електродів залишалися чистими.

Такий датчик потоку також показано за допомогою прикладу в поперечному розрізі на фігурі 1. Витратомірна труба 101 включає магнітний вимірювальний перетворювач 109, який включає пару електродів 102, розташованих по діаметру труби 101, причому принаймні частина однієї поверхні кожного електрода 102 у тісному контакті з потоком 108 у трубі. Магнітні полюсні наконечники 103 є розташованими по ортогональному діаметру труби 101 і сполучаються магнітопроводом 104. Як відомо спеціалістам у даній галузі, магнітне поле 107 надає магнітної сили зарядженим частинкам, які рухаються з масою середовища (іонам у разі води), змушуючи заряджені частинки мігрувати у напрямку, ортогональному як магнітному полю, так і напрямкові руху рідини. Взаємне переміщення протилежно заряджених частинок в результаті створює електричне поле уздовж напрямку міграції, яке утворюється доти, доки електростатична сила на даному іоні не врівноважується магнітною силою. Оскільки магнітна сила чітко залежить від швидкості потоку середовища, вимірювання протидіючого електричного поля (або різниці потенціалів) забезпечує зручний засіб визначення швидкості потоку, а об'єднання даних за весь час дозволяє розрахувати загальний об'єм, який пройшов через трубу. Схема для обробки сигналів електродів з метою отримання таких даних вимірювань є загальновідомою серед спеціалістів у даній галузі, а отже, детальніше авторами не описується.

Як відомо, вигідним може бути чергування діючого магнітного поля для подолання різних обмежень вимірювання статичного поля. Одне таке обмеження є зумовленим характером електродів, які застосовують для вимірювання електричної різниці потенціалів у рідині. Ідеальний електрод має забезпечувати ідеальне електричне з'єднання з рідиною, без енергетичного бар'єра для обміну зарядами у будь-якому напрямку на межі між твердою речовиною та рідиною. Це рідко можна спостерігати у практичних системах, і частіше на межі трапляється електрична різниця потенціалів. Різницю потенціалів часто буває важко визначити, і вона неконтрольовано змінюється у часі, демонструючи спектр шумів, який є обернено пропорційним частоті ($1/f$). Вимірювання статичного поля (DC), таким чином, може бути з великими поточними похибками.

Чергування діючого магнітного поля з відомою частотою f_0 дозволяє частково подолати цю проблему: як показано на фігурі 2, це в результаті забезпечує потрібний електричний сигнал 201, також наявний з частотою f_0 , яку вибирають таким чином, щоб вона була значно вищою, ніж характерна частота спектру шумів електрода 202. Величина амплітуди електричного сигналу вказує на швидкість потоку, і це значення є практично вільним від похибок.

Ще одна причина застосування змінного магнітного поля полягає в тому, що електричний імпеданс малих сигналів типових електродів, який визначають за допомогою приєднаної до них вимірювальної схеми, також знижується зі збільшенням частоти. Вимірювальна схема, таким чином, може споживати більше струму від джерела сигналу без викликання суттєвих похибок. Основною перевагою є можливість застосування більш простої й більш дешевої конструкції вимірювальної схеми.

Для розуміння залежності від частоти роботи електродів слід розглянути просту електричну модель з фігури 3, яку часто застосовують на межі твердої речовини та рідини 301, і яка складається з резистора 302, паралельного з конденсатором 303. Про прямий обмін зарядженими частинками між твердою речовиною 304 та рідиною 305 свідчить потік струму через резистор 302, тоді як конденсатор 303 відображає схильність заряджених частинок до накопичення поблизу від межі, без її фактичного перетину. За частот, які суттєво перевищують 1 Гц, конденсатор 303, як правило, забезпечує більш легкий шлях для потоку струму малого сигналу через межу твердої речовини та рідини.

У пристрої на фігурі 1 змінного магнітного поля досягають за допомогою обмоток 105, які є намотаними навколо частини магнітопроводу 104 і на які подають змінний струм з відповідними коливаннями. Крім того, для зменшення споживання енергії передбачено магнітопровід 104 з одним або кількома елементами 106, які мають залишковий магнетизм, таким чином, що на обмотки варто лише подати напругу, коли вимагається зміна стану магнітного поля.

Метою даного винаходу є подальше зниження споживання енергії магнітними датчиками потоку.

Відповідно, винахід стосується магнітного датчика потоку, який має електроди та змінне магнітне поле,

причому електрод має нижчу енергію шумів за частот, нижчих за 5Гц, ніж електрод, який містить вуглець або сплав стійкого до корозії металу і включає метал та шар солі цього металу, що займає проміжну позицію між металом та рідиною, причому цей шар є осадженим електрохімічним шляхом або нанесеним шляхом спікання.

В основі винаходу лежить визнання того факту, що при застосуванні електрода, який має нижчу енергію шумів за низьких частот, ніж у електродів, які традиційно застосовуються у витратомірах для води, частота змінного магнітного поля може бути зменшена для такого самого співвідношення сигналу та шуму, що, у свою чергу, знижує споживання енергії датчиком.

Натомість електроди відомих магнітних датчиків потоку вибирають за їхньою стійкістю до корозії, тобто такі, які є виконаними зі сплавів стійких до корозії металів, таких як нержавіюча сталь або Hastelloy. У таких відомих датчиках електрохімічний потенціал на межі фаз важко піддається визначенню, допускаючи великі коливання протягом тривалішого періоду часу, приблизно у кілька секунд. Однак, оскільки відомі датчики працюють при магнітному полі з частотою, значно більшою, ніж 1Гц, це не викликало проблем. Таким чином, іншими словами, винахід також стосується магнітного датчика потоку, який має електроди та змінне магнітне поле, у якому електрод має шумову характеристику за частот магнітного поля близько 1Гц, яка є нижчою за показник електрода, який включає сплав стійкого до корозії металу і включає метал та шар солі цього металу, що займає проміжну позицію між металом та рідиною, причому цей шар є осадженим електрохімічним шляхом або нанесеним шляхом спікання.

Електрод згідно з винаходом є сконфігурованим таким чином, що гальванічний струм протікає через межу з рідиною потоку. Гальванічний струм виникає через рух або обмін заряджених частинок через твердої речовини та рідини. Він відрізняється від струму зміщення, який протікає між рідиною та електродами датчика у відомих магнітних витратомірах, і який протікає в результаті протидії листів, які мають заряд, який зростає або розсіюється з кожного боку межі, фактично не перетинаючи міжфазну межу. Конфігурація гальванічного струму суттєво поліпшує електричний імпеданс та шумові характеристики електрода.

Крім того, електрод згідно з винаходом є сконфігурованим таким чином, що гальванічний струм переноситься іонами. Іонам срібла віддають особливу перевагу, оскільки суцільне срібло є стійким у воді протягом тривалого періоду часу і не зазнає значної корозії. Крім того, воно є нетоксичним і є дозволеною харчовою добавкою (E 174). Срібло також є близьким до міді в електрохімічному ряду, що знижує ризик небажаної електролітичної корозії у водопровідних трубах. Воно також має біоцидну дію, сприяючи запобіганню застійності та утворенню проблемних біоплівки на електродах та навколо них.

Крім того, розташування металу та солі цього металу у проміжку між металом та рідиною потоку сприяє обмінові зарядів між провідником та рідиною, що становить основу гальванічного струму. Сіль іонної сполуки в оптимальному варіанті є малорозчинною в рідині, потік якої піддають вимірюванню, і, таким чином, утримується на електроді. Якщо металом є срібло, то іонна сполука може бути галоїдною сіллю срібла. Крім того, якщо рідиною є вода, такі галоїдні солі срібла в оптимальному варіанті утворюються іонами, які найчастіше є присутніми у водопровідній воді (хлорид, фторид). Галоїди срібла утворюють стійкі електрохімічні нормальні електроди у контакті з металом.

Згідно з винаходом шар солі металу осаджують електрохімічним шляхом на поверхню металу, наприклад, шляхом анодування, або включає спечений шар солі металу на поверхні металу. Товщина шару впливає на імпеданс електрода: якщо він є надто товстим, він надає надлишкового послідовного імпедансу всій електричній схемі, а якщо він є надто тонким, то концентрація стає недостатньою для підтримання потрібних електрохімічних реакцій. Товщину шару, таким чином, в оптимальному варіанті вибирають, наприклад, емпірично, між цими двома крайніми значеннями, щоб імпеданс електрода був мінімальним.

Подальшого поліпшення шумових та електричних характеристик досягають завдяки електродові, який має металеву поверхню, яку роблять шершавою для збільшення її активної площі. Цього легко досягають шляхом відновлення певної кількості солі металу знову до металу, що зазвичай в результаті забезпечує рекристалізацію металу, який є нерівномірним і грубим. Відповідно, другий аспект винаходу стосується магнітного вимірювального перетворювача для вимірювання потоку рідини, датчика, який має електроди та змінне магнітне поле, причому електрод має нижчу енергію шумів за частот, нижчих за 5Гц, ніж електрод, який містить вуглець або сплав стійкого до корозії металу і включає метал та шар солі цього металу, що займає проміжну позицію між металом та рідиною, причому шар є частково відновленим знову до металу. Іншими словами, другий аспект винаходу стосується магнітного вимірювального перетворювача для вимірювання потоку металу, датчика, який має електроди та змінне магнітне поле, причому електрод має шумову характеристику за частот магнітного поля близько 1Гц, яка є нижчою за показник електрода, що містить вуглець або сплав стійкого до корозії металу і включає метал та шар солі цього металу, що займає проміжну позицію між металом та рідиною, причому шар є частково відновленим знову до металу.

В оптимальному варіанті пару електродів магнітного датчика потоку врівноважують таким чином, щоб мінімізувати потенціал зміщення між ними. Кожен електрод діє як окремий електрохімічний нормальний електрод, з відповідною різницею потенціалів відносно рідини. Якщо електроди не є ідентичними, то виникає різниця між двома потенціалами нормальних електродів між кінцями електродів, а це може створити проблеми з наступною схемою посилення (наприклад, насичення).

Пов'язані з малою потужністю переваги зазначеного винаходу також збільшуються завдяки зменшенню споживання енергії, якого досягають тоді, коли магнітне поле утворюють за допомогою засобів, які мають залишковий магнетизм, як обговорювалося вище. Винахід також охоплює витратомір,

який включає такий магнітний вимірювальний перетворювач, у якому низьке споживання енергії датчиком також робить можливим використання потужності акумулятора (показано під номером 110 на фігурі 1) та користування перевагами легкості встановлення, яке воно забезпечує.

Винахід схематично пояснюється на прикладі за допомогою супровідних фігур, серед яких:
Фігура 1 є поперечним розрізом витратомірної труби, оснащеної магнітним датчиком потоку;
Фігура 2 показує амплітудні/частотні характеристики сигналу від електродів;
Фігура 3 є простою електричною моделлю межі твердої речовини та рідини;
Фігура 4 показує електрод згідно з першим варіантом втілення винаходу;
Фігура 5 показує повністю оборотний гальванічний обмін зарядами між рідиною та металом;
Фігура 6 показує можливий порядок утворення електродів згідно з винаходом;
Фігура 7 показує електрод, виконаний згідно з фігурою 6;
Фігура 8 показує другий варіант виконання електрода згідно з винаходом;
Фігура 9 показує третій варіант виконання електрода згідно з винаходом;
Фігура 10 показує четвертий варіант виконання електрода згідно з винаходом;
Фігура 11 є графіком густини шумів залежно від частоти для різних матеріалів електродів.

Фігура 4 показує електрод згідно з першим варіантом втілення винаходу, який включає металевий елемент 401 (наприклад, дріт, пластину або плівку, що повністю вкриває провідник), вкритий іонною сполукою 402 того самого металу, яка є малорозчинною в рідині потоку, який піддають вимірюванню 403.

У показаному прикладі метал 401 є сріблом з супровідною сполукою 402, якою є хлорид срібла. Фігура 5 показує повністю оборотний гальванічний обмін зарядами між рідиною 403 та металом 401 за допомогою іонів срібла, які перетинають міжфазну межу між електродом із суцільного срібла 401 та шаром з гідрохлориду срібла 402. Електричний потенціал на межі фаз визначають за допомогою рівняння Нернста, що, у свою чергу, залежить від поверхневої концентрації AgCl та концентрації іонів Cl у рідині. Хоча ці кількості не є сталими, вони зазвичай змінюються у масштабі часу, значно більшому, ніж період змінного магнітного поля. Згідно з винаходом масштаб часу таких змін є значно довшим, ніж для поверхні електрода, яка не має механізму контрольованого іонного обміну. Відповідно, робота за низької частоти полегшується, оскільки знижується енергія шумів. Фігура 11 показує (крива С) коливання шумів N з частотою f для електродів, які включають хлорид срібла, порівняно з традиційними сталевими або вуглецевими електродами (криві А та В). Базову лінію показано як D.

Шар іонної сполуки 402 може бути утворений шляхом спонтанної реакції поверхні металу з матеріалом, який зазвичай є присутнім у рідині. Наприклад, срібні електроди можуть реагувати з агентами для обробки (або залишками) у системі постачання хлорованої води, зрештою утворюючи хлорид срібла.

Фігура 6 показує пристрій для здійснення способу збільшення кількості іонної сполуки в ситуаціях, коли спонтанні реакції є недостатніми. Третій електрод 604 передбачено для забезпечення контакту з рідиною 603, додатково до вимірювальних електродів 601 та 602. Електрод 604 має бути виконаний з того самого матеріалу, що й 601 та 602 (наприклад, прийнятними є графіт або сталь). З інтервалами, які визначаються електронними схемами керування 605, застосовують значний потенціал між електродом 604 та вимірювальними електродами 601 та 602. Для вищеприписаної системи з хлоридом срібла обидва вимірювальні електроди 601 та 602 утримуються з позитивним потенціалом відносно електрода 604, достатнім для отримання кількості срібла на електродах 601 та 602 для реакції з негативно зарядженими іонними частинками поблизу від них. Іонним матеріалом в оптимальному варіанті є хлорид, і потенціал, який застосовують між електродами, вибирають таким чином, щоб сприяти такій реакції.

Інтервал та тривалість вищезазначеної обробки визначають багатьма способами. У найпростішому варіанті інтервали, з якими її застосовують, задають з незмінним значенням перед установленням. В альтернативному варіанті інтервали розраховують згідно з властивостями електричного сигналу, виявленого вимірювальним пристроєм 606. Наприклад, збільшення випадкової зміни сигналу від електродів (тобто збільшення шуму) свідчить про зростання імпедансу електрода, найвірогідніше - через зменшення кількості іонної сполуки. Його застосовують для запуску циклу обробки з метою відновлення покриття. В альтернативному варіанті стан покриття електрода визначають, застосовуючи вимірювання активного імпедансу, що забезпечується елементом 406.

Фігура 7 показує виконаний із застосуванням вищезгаданого способу електрод, який включає плоску ділянку зі срібла 701, вкриту електрохімічним шляхом тонкою плівкою хлориду срібла 702. Перебуваючи у прямому контакті з протікаючою рідиною 703, в оптимальному варіанті - врівень зі стінкою витратомірної труби для зменшення турбулентності та відповідного вимірювання шуму та невизначеності, його поверхня з часом стирається макрочастинками, що містяться у рідині, таким чином, сприяючи збереженню активної поверхні електрода.

Збільшення площі поверхні, разом з більш стійким запасом хлориду срібла, досягають шляхом застосування хлориду срібла, нанесеного шляхом спікання на металевий електрод, як показано під номерами 801 та 802, відповідно, на фігурі 8. Як можна побачити, електрод 802 є монолітним, тобто є суцільним шматком дроту або пластиною. Однак можливою є також спечена конструкція. Металічне срібло у формі гранул також може бути включене до спеченого шару хлориду срібла 801, причому частку гранул срібла вибирають таким чином, щоб значна їх кількість входила в електричний контакт між собою. Таку суміш гранул срібла та хлориду срібла утворюють на третьому монолітному металевому елементі, такому, як срібний стержень або пластина.

Фігура 9 показує ще один, більш надійний варіант виконання електрода згідно з даним винаходом, який також є більш стійким у часі і менш сприйнятливим до спрацювання та впливу забруднювачів або потоку. Монолітну срібну пластину 901 розташовують за захисним пористим елементом, таким як фрита

902, з проміжним запасом 903 хлориду срібла, який може являти собою гранули хлориду срібла та/або срібла, порошок або спечений матеріал.

Фігура 10 представляє композит з фігур 7 та 8 зі спеченими гранулами хлориду срібла 1001, поміщеними у центральний проріз 1002 в елементі з суцільного срібла 1003. Спечена ділянка забезпечує найстійкіший електрод за сприятливих умов, тоді як відкрите срібло (показане з шаром хлориду срібла під номером 1004) є кращим для подолання несприятливих умов, які створює, наприклад, брудна вода, коли пористі елементи з більшою ймовірністю можуть бути закупорені.

Слід зважити, що шар хлориду срібла, утворений на металі, є надто товстим, він надає надмірного послідовного імпедансу всій електричній схемі. Якщо він є надто тонким, то концентрація є недостатньою для підтримання потрібних електрохімічних реакцій. Оптимальну кількість хлориду визначають шляхом спостереження за електричним імпедансом електрода у стійкому електроліті, або під час виготовлення електрода, або під час його наступної експлуатації. Слід застосовувати катодну або анодну обробку, доки імпеданс не досягне найнижчої можливої точки.

На практиці вимірюваним компонентом імпедансу може бути ємкісний опір, опір або поєднання цих двох компонентів. Його вимірюють між кінцем електрода та кінцем другого електрода, який є зануреним у той самий електроліт і може бути ще одним електродом витратоміра. В альтернативному варіанті два електроди утримують при однаковому середньому електричному потенціалі під час обробки таким чином, щоб можна було подати змінну напругу з малим диференціалом з метою вимірювання імпедансу малого сигналу між ними (наприклад, шляхом з'єднання кінців електродів за допомогою індуктора).

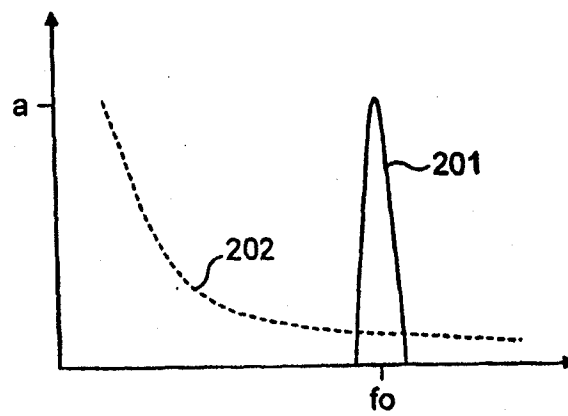
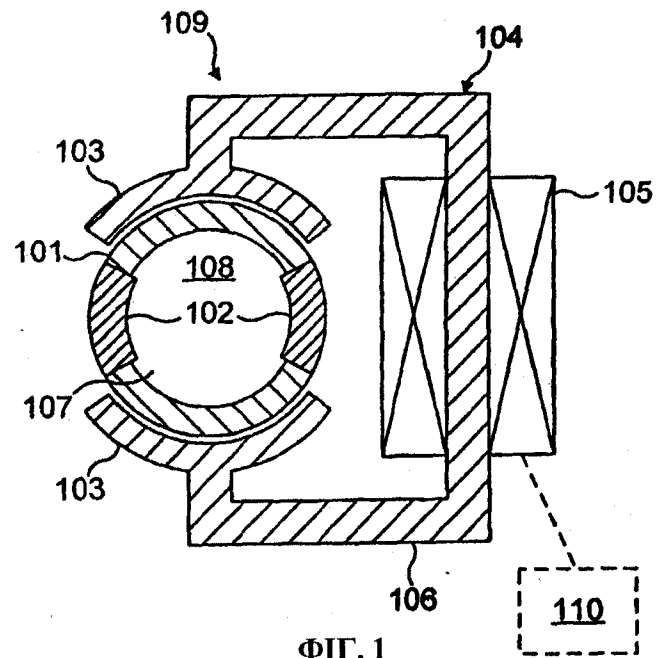
Важливо також зрівноважити електроди для забезпечення мінімального електричного потенціалу зміщення між ними. Кожен електрод діє як окремий електрохімічний нормальний електрод, з відповідною різницею потенціалів відносно рідини. Якщо електроди не є ідентичними, то різниця між двома потенціалами нормальних електродів існуватиме між кінцями електродів, а це може викликати проблеми з наступною схемою посилення (наприклад, насичення).

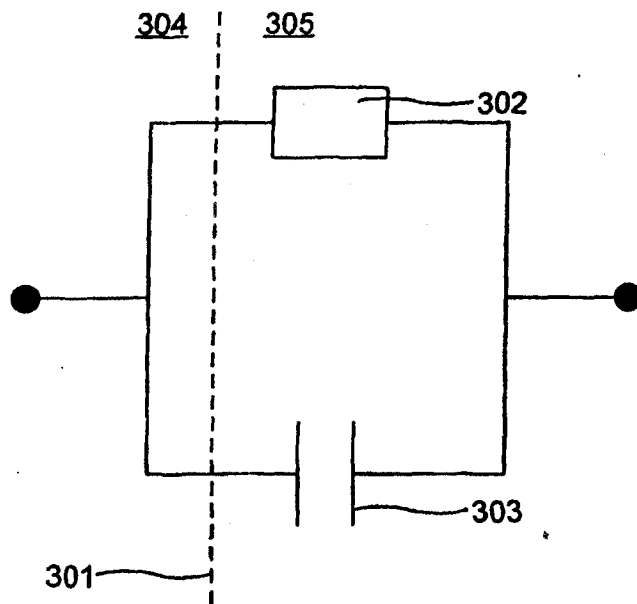
Для цього електроди обробляють, доки вони не досягають спільного потенціалу електрохімічного нормального електрода. Така обробка може включати один або кілька процесів, до яких належать анодизація, катодизація, піддавання дії хімічного агента або світла, як описано в інших частинах цього документа, причому потенціал нормального електрода вимірюють відносно фіксованого стандартного нормального електрода або відносно другого електрода, який у цей час не піддають обробці. В альтернативному варіанті обробка може включати з'єднання кінців двох або кількох подібних електродів на період часу, протягом якого електроди є зануреними в один провідний електроліт. Таку обробку електродів застосовують протягом терміну функціонування готового інструмента, за допомогою головних електронних засобів, а також під час первісного виготовлення.

Шумові та електричні характеристики електрода поліпшують шляхом збільшення площі його активної поверхні, а отже, зменшення імпедансу на межі фаз. Цього досягають за допомогою відомих механічних та електрохімічних способів надання шершавості. Крім того, через обернення напрямку струму у вищеописаному процесі анодизації AgCl може бути перетворений знову на металічний Ag , причому відновлення металу відбувається у формі дендритів металічного Ag серед AgCl , які виростають з поверхні металу. Цей процес також забезпечує збільшення площі активної поверхні срібного електрода й може бути застосований як для монолітних, так і для спечених конструкцій, у яких він може бути застосований для вирощування дендритів металічного срібла серед гранули.

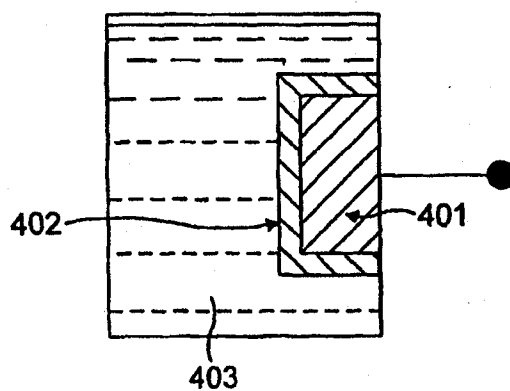
Етап збільшення площі поверхні може чергуватися з етапом утворення хлориду срібла, як описано вище. Він також може здійснюватися з застосуванням інших відомих засобів відновлення, наприклад, нагрівання в атмосфері водню або піддавання дії світла.

Слід розуміти, що винахід було описано лише для прикладу, й існує можливість багатьох модифікацій без відхилення від обсягу винаходу. Зокрема, винахід не обмежується сріблом або його іонною сполукою або сіллю, хлоридом срібла. Золото та платина також можуть забезпечувати добрі результати. Так само, винахід також може застосовуватися до рідин, відмінних від води.

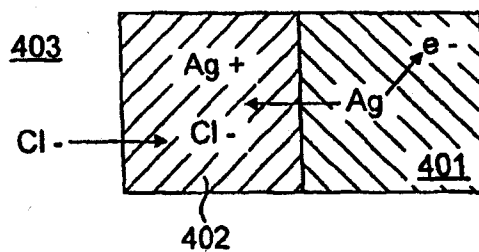




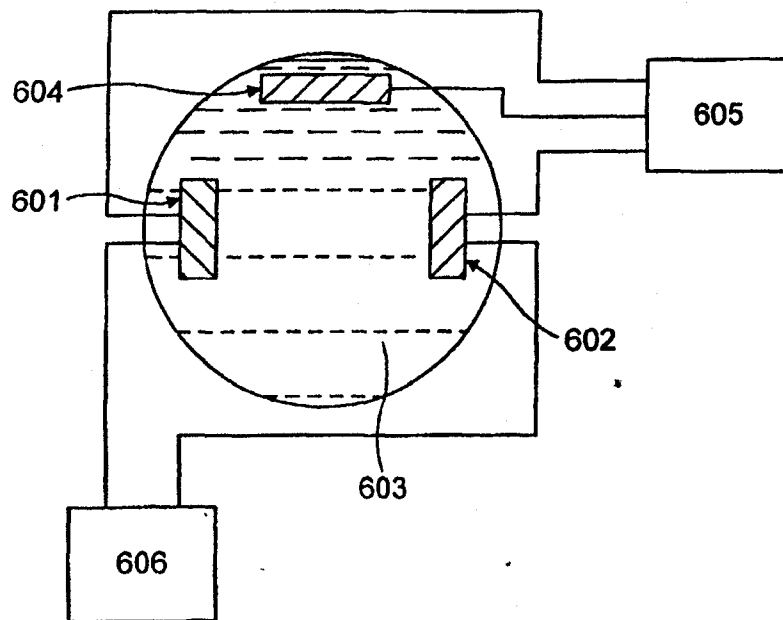
ФИГ. 3



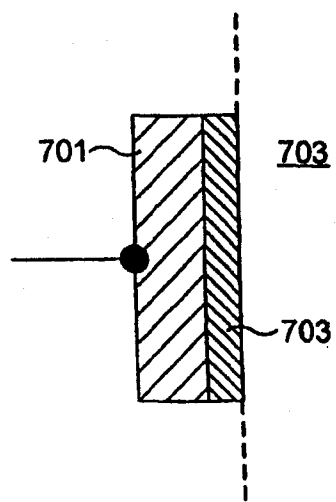
ФИГ. 4



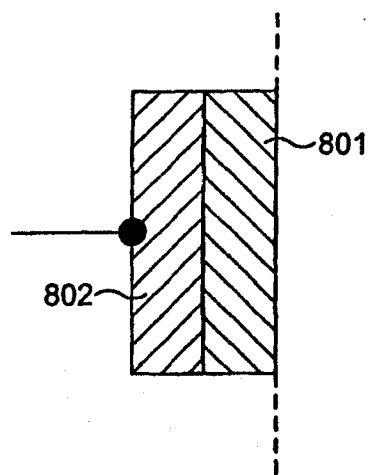
ФИГ. 5



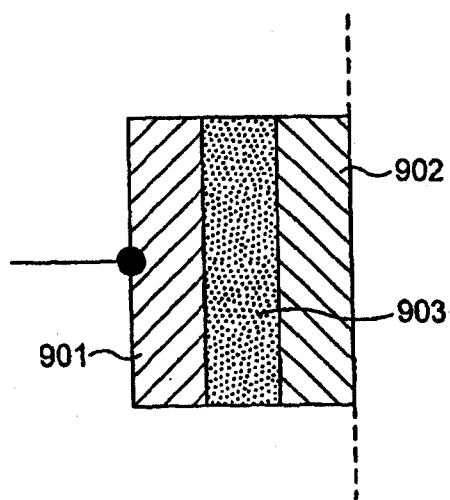
ФИГ. 6



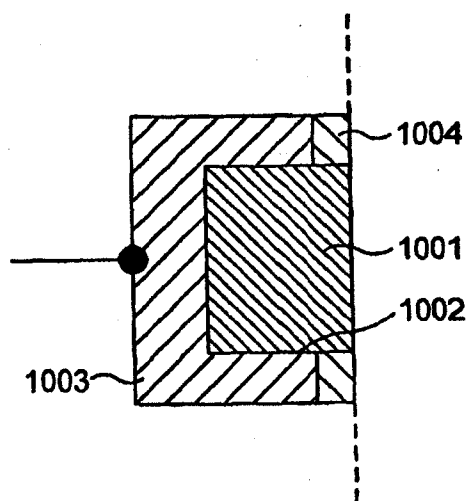
ФИГ. 7



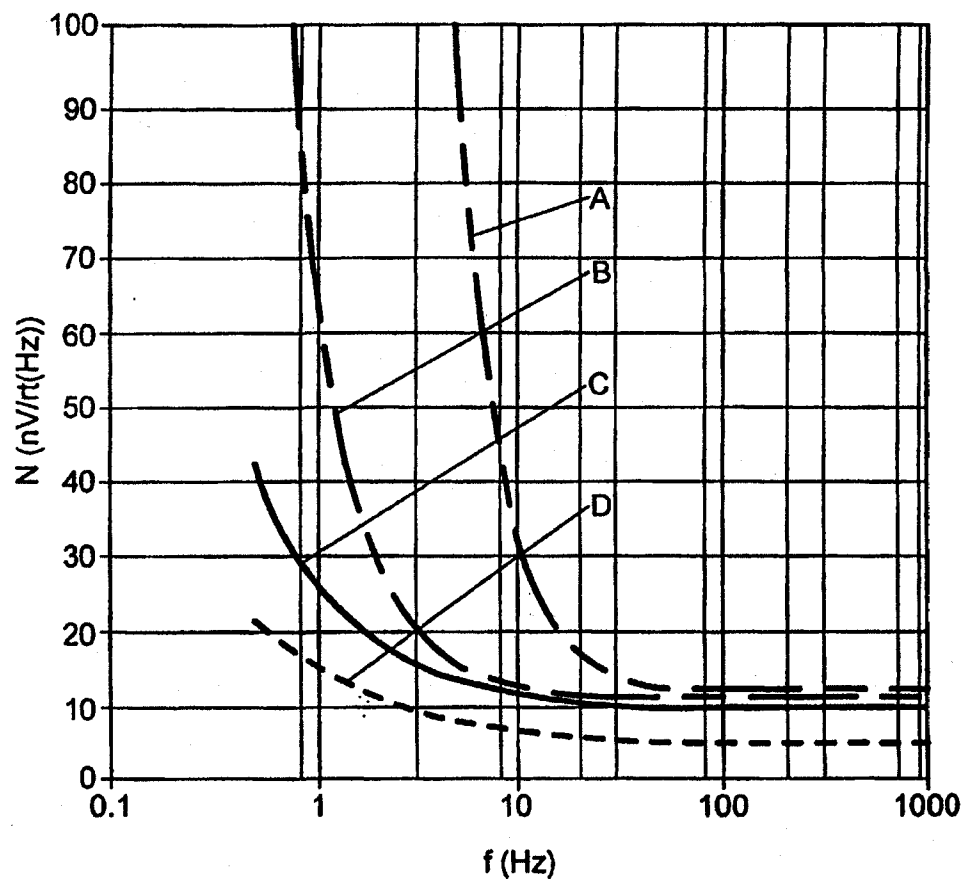
ФИГ. 8



ФИГ. 9



ФИГ. 10



ΦΠ. 11