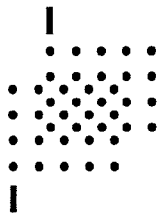


(19)



Lietuvos
Respublikos
valstybinis
patentų biuras

(10) **LT 2019 033 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2019 033**

(51) Int. Cl. (2020.01): **G01N 27/00**

(22) Paraiškos padavimo data: **2019-06-12**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2020-12-28**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(71) Pareiškėjas:

Audrius MARUŠKA, J. Pabrėžos g. 3A, 46306 Kaunas, LT
Tomas DREVINSKAS, Vėtrungės g. 17-2, Domeikava, Kauno r., LT
UAB „Instrumentika“, J. Pabrėžos g. 3A, 46306 Kaunas, LT

(72) Išradėjas:

Audrius MARUŠKA, LT
Tomas DREVINSKAS, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu

(57) Referatas:

Išradimas aprašo matavimo, testavimo sistemą, kuri yra miniatiūrizuotas ir autonominis analitinis kapiliarinės elektroforezės įrenginys su integruotu bandinių surinkimo moduliu. Šis išradimas gali būti integruojamas į pilotuojamus ir bepiločius savaeigius, bepilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir bepiločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius. Pateikiamas išradimas sudaro galimybę atlikti matavimus sunkiai pasiekiamose ir pavojingose vietovėse, veiklos vietoje (*in situ*) nuotoliniu autonominiu būdu, kur operatoriaus dalyvavimas yra negalimas ir laboratorijoje (*ex situ*), taip pat su operatoriaus pagalba, arba tik su jo priežiūra. Pats įrenginys veikia su integruotu žemos, ar aukštos įtampos šaltiniu, arba įjungtas į elektros tinklą. Išradimo objektas surenka aplinkos oro bandinius, pagal nustatytus parametrus ir juos analizuoja kapiliarinės elektroforezės metodu. Surinkti bandiniai gali turėti lakių ir nelakių komponentų. Patys matavimai yra tikslesni ir glaudesni, nes surinktų bandinių nereikia transportuoti, jie analizuojami iš karto, todėl ypač sumažėja bandinio degradavimo, kitimo tikimybė. Prietaisas leidžia reguliuoti, kiek laiko bus renkamas bandinys, darbiniai elektrolitai ir buferiniai tirpalai parenkami pagal reikiamą metodiką, automatinis kapiliaro išplovimas pasirenkamas pagal reikiamą metodiką, prietaisas gali atlikti hidrodinaminę, elektrokinetinę, arba kombinuotą bandinio įleidimą. Analizuojamo bandinio tūris gali būti nuo 5 mikrolitrų iki 50 mililitrų.

IŠRADIMO APRAŠYMAS**Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**

Technikos sritis:

G01 MATAVIMAS; TESTAVIMAS,

27/00 Medžiagų tyrimai ir analizė naudojant elektrines, elektrochemines ar magnetines priemones

27/26 . tiriant elektrocheminius kintamuosius; naudojant elektrolizę ar elektroforezę

Technikos lygis

Kapiliarinės elektroforezės metodą išrado Stellan Hjerten (žr. publikaciją: S. Hjerten, Free Zone Electrophoresis, Almquist and Wiksells Boktryckeri AB, Uppsala (1967) ir S. Hjerten, J. Chromatogr. A, 270, 1 (1983)).

Artimiausias analogas aprašytas patente:

2012 m. Capillary electrophoresis system. US20130292250A1

Minėtas instrumentas yra (a) stacionarus, (b) pritaikomas tik laboratorijoje, yra (c) sunkus – sveria daugiau nei 10 kg, (d) veikia tik įjungtas į elektros tinklą, (e) neturi bandinių surinkimo galimybės, (f) neveikia prijungtas prie baterijos, (g) bandinių tiekimui būtinas operatoriaus dalyvavimas, (h) šis prietaisas yra didelių gabaritų, todėl negali būti tiesiogiai integruojamas į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius, (i) negali perduoti duomenų belaidžiu būdu ir (j) negali būti valdomas belaidžiu būdu.

Siūlomas išradimas turi išspręstus visus minėtus ankstesnių sistemų trūkumus: (a) gali būti naudojamas kaip portabilus prietaisas, (b) gali būti naudojamas veiklos vietoje ir laboratorijoje, (c) sveria mažiau nei 3 kg, (d) gali veikti prijungtas prie baterijos, (e) turi bandinių surinkimo galimybę, geba surinkti bandinius iš oro, dujinės fazės, skystos fazės, kietos fazės ar jų kombinacijos, (h) yra mažų gabaritų (30 x 30 x 30 cm (ilgis, plotis, aukštis)), todėl gali būti integruotas į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius, (i) perduoda duomenis belaidžiu būdu, (j) yra valdomas belaidžiu būdu.

Išradimo esmė

Uždavinys, kurį sprendžia išradimas, yra atlikti elektroforezinę analizę valdant sistemą ir perduodant surinktus duomenis belaidžiu būdu prieš tai aprašomą išradimą integravus į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius; surinkus ir sukoncentravus bandinį (dujos, lakūs/ nelakūs junginiai, aerosolis, skystis, kietos dalelės) iš oro, dujinės fazės, skystos fazės, kietos fazės ar jų kombinacijos nuotoliniu, automatinu, be tiesioginio operatoriaus įsikišimo būdu.

Išradimo tikslas – sukurti miniatiūrizuotą, autonominę kapiliarinės elektroforezės analizės sistemą su automatine bandinių iš oro, dujinės fazės, skystos fazės, kietos fazės ar jų kombinacijos surinkimo galimybe. Sistema gali būti (a) integruota į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius, (b) miniatiūrizuota, automatizuota ir/ arba autonominė ir/ arba portabili, (c) atlieka matavimus automatiškai, taip pat gali veikti ir be operatoriaus įsikišimo, su jo pagalba, ar tik priežiūra, (d) sistema veikia prijungta prie žemos įtampos šaltinio, arba aukštos įtampos šaltinio, arba elektros tinklo, (e) turi kapiliaro (kapiliarinės kolonėlės), ar kapiliarų pakeitimo galimybę, (f) turi papildomo detektoriaus (detektorių) integravimo galimybę, (g) turi detektoriaus pakeitimo galimybę, (h) turi išankstinio metodų ir jų sekos programavimo galimybę arba galimybę metodus programuoti ir įrangą valdyti nuotoliniu būdu, (j) viena laikę analizės ir duomenų registravimo (su rinkimo laikmenoje galimybe), apdorojimo, bei nuotolinio perdavimo galimybę.

Su artimiausiu analogu, atlikti uždavinį nėra galimybės, nes susijusi sistema: (a) neturi integruotos bandinio surinkimo funkcijos, (b) nėra portabili, yra didelių dimensių (didesnės nei 30 x 30 x 30 cm), (c) veikia tik su operatoriaus pagalba, (d) veikia tik įjungta į elektros tinklą, (e) per sunki (sveria daugiau nei 10 kg), kad būtų integruota į savaeigės važiuojančias ir plaukiančias priemonės ar be-pilotes skraidykles, (f) duomenis perduoda laidiniu būdu (su rinkimo laikmenoje galimybe), (g) negali būti integruota į gamybines linijas ir atlikti nuolatinį procesų kiekybinės ir kokybinės analizės monitoringą.

Techninis rezultatas – išradimo pagalba bus galima atlikti nuotolinius matavimus atokiose, užterštose, žmogaus sveikatai pavojingose, sunkiai pasiekiamose vietose, ar veiklos vietoje (ne laboratorijoje). Integravus išradimą į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius, bus galima atlikti nuotolines, autonomines (be operatoriaus įsikišimo) analizės kapiliarinės elektroforezės metodu, arba nuolatinį procesų kiekybinį ir kokybinį monitoringą perduodant duomenis bevieliu būdu prieš tai be operatoriaus įsikišimo surenkant bandinį iš oro, dujinės fazės, skystos fazės, kietos fazės ar jų kombinacijos.

Paveikslų aprašymas

1 Pav. Sukurtos sistemos sudarančių modulių schema. (1) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie tirpalų atliekų linijos, (2) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie darbinio elektrolito linijos, (3) aukštos įtampos šaltinis, (4) sąsaja sujungianti skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus, (5) detektorius, (6) skirstymo kapiliaras, (7) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie skirstymo kapiliaro, (8) mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulis, (9) tirpalų atliekų talpyklė, (10) darbinio elektrolito talpyklė, (11) slėgio ir vakuumo skirstymo sistema.

2 Pav. Sąsaja sujungianti skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus. (12) tirpalų atliekų linija, (13) darbinio elektrolito linija, (14) mova sandariai sujungianti elektrodą su tirpalų atliekų, darbinio elektrolito linija, arba skirstymo kapiliaru, (1) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie tirpalų atliekų linijos, (2) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie darbinio elektrolito linijos, (15) ertmė užpildyta darbinio elektrolitu stabilaus elektroforezinio proceso užtikrinimui, (16) jungtis sujungianti skirstymo kapiliarą ir sąsają, (6) skirstymo kapiliaras, (17) sąsajos rėmas.

3 Pav. Slėgio ir vakuumo paskirstymo sistema. (18) slėgio ir vakuumo siurblys, (19) trijų angų, dviejų eigu vožtuvas, (10) darbinio elektrolito talpyklė, (20) talpyklė su slėgio, ar vakuumo jutikliu, (8) mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulis, (9) tirpalų atliekų talpyklė.

4 Pav. Bandinio paėmimo principinė schema. (21) bandinio su tiriamomis medžiagomis paėmimo linija, (22) vakuumo linija, (23) tarpinė užtikrinanti sandarumą, (24) buteliukas, ar mėgintuvėlis, (25) bandinio ėmimo metu bandinio fazės srauto komponentai perduodantys tirpikliui tiriamąją medžiagą, (26) tirpiklis.

Išradimo realizavimo aprašymas

Bendrosios nuostatos

Nurodytą techninį rezultatą galima gauti pasitelkiant esamus rinkoje jau sukurtus modulius, ar detales: (a) elektronikos komponentai, (b) žarnelės, (c) lydaus kvarco kapiliarai, (d) elektronikos moduliai, (e) elektros varikliai, (f) siurbliai ir kt. Kai kuriuos modulius galima pagaminti pasitelkiant žinomas ir komerciškai prieinamas priemones tokias kaip frezavimo staklės spausdintinių plokščių gamybai, ar sąsajos kapiliarams sujungti.

Pačio išradimo objekto funkcijas galima skirstyti į tris pagrindines dalis: (a) bandinio surinkimas, (b) kapiliarinis elektroforezinis skirstymas ir (c) signalo užrašymas, apdorojimas ir perdavimas. Bandinio surinkimas pagrįstas renkamu medžiagų iš dujų ar skysčio terpės: (a) dujų, (b) skysčio arba skysčio lašelių, (c) kietų dalelių – aerozolio tirpinimu tirpiklyje siurbiant per jį, (d) kietoje fazėje esančių lakių ir nelakių tirpikliuose tirpių medžiagų. Kapiliarinis elektroforezinis skirstymas pagrįstas visais žinomais elektroforezinio skirstymo metodais įskaitant ir kapiliarinę elektrochromatografiją. Signalas užrašomas detektoriaus pagalba signalą diskretizuojant ir įrašant jį į laikmeną, arba siunčiant užkoduotą signalą bevieliu būdu į duomenų surinkimo stotelę.

Įrenginio statikos būklėje aprašymo duomenys. Pirmame paveiksle pavaizduota sukurtos **autonominės analizinės kapiliarinės elektroforezės sistemos su bandinių surinkimu** sudarančių modulių schema. Antrame paveiksle pavaizduota sąsaja, kuri sujungia skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus schema. Trečiame paveiksle pavaizduota slėgio ir vakuumo paskirstymo sistemos schema. Ketvirtame paveiksle pavaizduota bandinio paėmimo principinė schema.

Prietaisą - **autonominę analizinę kapiliarinės elektroforezės sistemą su bandinių surinkimu** sudaro: (1) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie tirpalų atliekų linijos, (2) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas) prie darbinio elektrolito linijos, (3) aukštos įtampos šaltinis (0,1 kV – 60 kV), (4) sąsaja (detali schema pateikta 2 pav.) sujungianti skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus (išsamus aprašymas pateiktas žemiau), (5) detektorius: (a) bekontaktis

laidumo detektorius, (b) kontaktinis konduktometras, (c) masių spektrometras, (d) šviesos absorbcijos detektorius, (e) fluorimetras, (f) refraktometras, ir kiti su skirstymo įranga naudojami detektoriai; (6) skirstymo kapiliaras: (a) lydaus kvarcinio stiklo (išorėje dengtas polimeru, arba nedengtas), (b) politetrafluoretileno (teflono), (c) boro silikatinio stiklo (pirekso), arba pagamintas iš kitų medžiagų skirstymo kapiliaras naudojamas kapiliarinėje elektroforezėje, (7) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas): (a) platinos, (b) aukso, (c) nerūdijančio plieno, (d) grafito ir (e) kiti elektros srovei laidūs metalai, jų lydiniai, arba nemetalai prie skirstymo kapiliaro, (8) mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulis: (a) karuselės tipo, (b) XYZ pozicionavimo prietaisas, (c) robotas, ir kiti prietaisai naudojami bandinių paruošime su skirstymo įranga (mėginio ėmimo principas pateiktas žemiau (4 pav.)); (9) tirpalų atliekų talpyklė: (a) mėgintuvėlis, (b) buteliukas, (c) butelis, (d) stiklinė, (e) kolba ir (f) kitos talpyklės, (10) darbinio elektrolito talpyklė: (a) mėgintuvėlis, (b) buteliukas, (c) butelis, (d) stiklinė, (e) kolba ir (f) kitos talpyklės, (11) slėgio ir vakuumo skirstymo sistema (išsamus aprašymas pateiktas žemiau (3 pav.)).

Prietaiso modulį - sąsają sujungiančią skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus sudaro: (12) tirpalų atliekų linija: (a) kapiliaras, (b) žarnelė, (c) vamzdelis ir kitos tirpalų tiekimo priemonės; (13) darbinio elektrolito linija: (a) kapiliaras, (b) žarnelė, (c) vamzdelis ir kitos tirpalų tiekimo priemonės; (14) mova, kuri gali būti užmaunama, priklijuota, prilituota, standi, arba lanksti sandariai sujungianti elektrodą su tirpalų atliekų, darbinio elektrolito linija, arba skirstymo kapiliaru, (1) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas): (a) platinos, (b) aukso, (c) nerūdijančio plieno, (d) grafito ir (e) kiti elektros srovei laidūs metalai, jų lydiniai, arba nemetalai prie tirpalų atliekų linijos, (2) aukštos įtampos elektrodas (katodas, arba anodas): (a) platinos, (b) aukso, (c) nerūdijančio plieno, (d) grafito ir (e) kiti elektros srovei laidūs metalai, jų lydiniai, arba nemetalai prie darbinio elektrolito linijos, (15) ertmė (10 nl – 10 ml tūrio, priklausomai nuo poreikio) užpildyta darbinio elektrolitu stabilaus elektroforezės proceso užtikrinimui ir darbinio elektrolito keitimui, (16) jungtis sujungianti skirstymo kapiliarą ir sąsają, (6) skirstymo kapiliaras: (a) lydaus kvarco (dengtas specialiu polimeru, arba nedengtas), (b) tefloninis, (c) pirekso, arba pagamintas iš kitų medžiagų skirstymo kapiliaras naudojamas kapiliarinėje elektroforezėje, (17) sąsajos rėmas iš medžiagų: (a) polimetil-metakrilatas, (b) teflonas, (c) stiklas, (d) polidimetilsiloksanas, (e) popierius, (f) ir kitos polimerinės, ar ne-polimerinės kilmės medžiagos.

Ši sąsaja atlieka elektroforezinės talpos, elektrodų, darbinio elektrolito, plovimo tirpalų, atliekų tirpalų sujungimo ir integravimo funkciją. Esant poreikiui yra galimybė sąsajoje padaryti daugiau kanalų papildomiems tirpalams, ar tirpikliams tiekti, ar pašalinti.

Prietaiso modulį - slėgio ir vakuumo paskirstymo sistemą sudaro: (18) slėgio, arba vakuumo, arba ir slėgio ir vakuumo siurblys veikiantis su žema, arba aukšta įtampa, valdomas rankiniu būdu, PID (proporcinio, integravimo, derivatizavimo (kai skaičiuojama išvestinė)) reguliatoriumi, arba kitais automatizuotais būdais (19) trijų angų, dviegis vožtuvas, (10) darbinio elektrolito talpyklė, (20) talpyklė su slėgio, ar vakuumo jutikliu, (8) mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulis: (a) karuselės tipo, (b) XYZ pozicionavimo prietaisas, (c) pozicionuojamų koordinačių robotinė sistema, ir kiti prietaisai naudojami bandinių paruošime su skirstymo įranga (mėginio ėmimo principas pateiktas žemiau (4 pav.)); (9) tirpalų atliekų talpyklė.

Tokia sistema leidžia pasirinktoje linijoje sukelti, slėgį, arba vakuumą, todėl šiuo principu gali atitinkamai būti paskirstoma tirpalų judėjimo kryptis kapiliare. Ši sistema yra atsakinga už kapiliaro, ar kapiliarinės kolonėlės išplovimą, kondicionavimą prieš, ar po analizės ir už reguliuojamą bandinio injekciją hidrodinaminiu (slėgiu, arba vakuumu) bandinio įleidimo principu.

Mėginio surinkimui atlikti reikalingi šie komponentai: (21) bandinio su tiriamomis medžiagomis paėmimo linija: (a) kapiliaras, (b), žarnelė, (c) vamzdelis ir kitos priemonės, kurių vidinis skersmuo yra nuo 5 µm iki

5 mm (22) vakuumo linija: (a) kapiliaras, (b), žarnelė, (c) vamzdelis ir kitos priemonės, kurių vidinis skersmuo yra nuo 5 μm iki 5 mm; (23) tarpinė užtikrinanti sandarumą, (24) buteliukas, ar mėgintuvėlis, (25) bandinio ėmimo metu tirpiklyje susidarantys bandinio fazės srauto komponentai turintys sukauptą tiriamąją medžiagą, (26) tirpiklis: (a) vanduo, (b) kiti organiniai, ar neorganiniai tirpikliai.

Mėginio surinkimo metu mėginio talpyklė su tirpikliu yra pakeliama prie tarpinės (arba septos) ir yra įjungiamas vakuumas. Per bandinio paėmimo liniją atiteka mėginys, kuris gali būti dujinio pavidalo, skysto pavidalo, aerosolis, arba kietos dalelės dujose, ar skystyje, suspensija, emulsija. Atitinkamos medžiagos ištirpsta tirpiklyje, kuris vėliau yra analizuojamas. Keičiant surinkimo laiką ir tirpiklio tūrį galima nustatinėti skirtingas medžiagų koncentracijas: nuo 1 pg/L iki 1 kg/L.

Patį sistemą gali būti valdoma prijungta prie mikrovaldiklio, mikrokompiuterio, ar kitos valdymo įrangos, kuri atlieka automatizavimo, ar/ ir skaičiavimo funkcijas. Ši sistema reikiamu momentu įjungia sistemą sudarančius modulius ir juos išjungia. Prietaisas gali turėti (arba neturėti) temperatūros matavimo galimybes su išoriniu, arba į elektronikos modulius integruotu temperatūros matavimo jutikliu. Išradimo objektas gali veikti turėdamas integruotą įtampos/ srovės šaltinį, arba būti prijungtas prie žemos įtampos šaltinio, tokio kaip (a) baterija, (b) akumuliatorius, (c) kondensatorius, (d) super-kondensatorius, (e) ultra-kondensatorius, (f) jonistorius, (g) saulės celė/ baterija, (h) įtampos, ar srovės generatorius. Taip pat prietaisas gali veikti prijungtas prie aukštos įtampos šaltinio, tokio kaip (a) maitinimo lizdas, (b) aukštos įtampos baterijos, kondensatorius (kondensatoriai), super-kondensatorius (super-kondensatoriai). Paties prietaiso dimensijos yra ne didesnės kaip 30 x 30 x 30 cm (ilgis, plotis, aukštis). Prietaisas gali būti įvairių geometrinių formų, kurios užima atitinkamą tūrį. Matuojamo bandinio tūris mėginio talpyklėje (priklausomai nuo talpyklės) yra nuo 0,005 ml iki 50 ml.

Būdo aprašymo duomenys.

Galimi 2 panaudos atvejai: (1) kai sistema autonominiu būdu surenka bandinius pati ir jie yra analizuojami; (2) tiriami bandiniai, kuriuos paruošė operatorius ir supylė į mėginių talpykles (sistemos kalibravimas nustatant analitinius standartus tai pat priskiriamas šiam atvejui).

Sistema gali veikti veiklos vietoje su operatoriaus pagalba, operatoriui stebint, arba autonomiškai, kai yra integruota į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykes, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius. Tam sistemą reikia paruošti iš anksto. Sistemos paruošimui atlikti taikomi šie žingsniai: (a) pašalinamas atliekų talpyklėje (1 pav. 9, 3 pav. 9) esantis turinys, (b) darbinio elektrolito talpyklė (1 pav. 10) užpildoma darbinio elektrolitu. Esant poreikiui, bandinių surinkimo mėgintuvėliai sudėti į mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulį (3 pav. 8) užpildomi nustatytu turiniu (tūris turi būti toks, kad į mėgintuvėlį įsimerktų bandinio surinkimo linija, kaip pavaizduota 4 pav.) bandinio surinkimo tirpikliu (4 pav. 26) (jeigu bandinys surenkamas į darbinį elektrolitą, užpildymas iš anksto nebūtinai, sistema pati užpildo reikiamu tūriu surinkimo mėgintuvėlius darbinio elektrolitu).

1. Atvejis, kai sistema autonominiu būdu surenka bandinius pati ir jie yra analizuojami.

Pirmiausia, buteliuke ar mėgintuvėlyje (4 pav. 24) su bandinio surinkimo tirpikliu (4 pav. 26), į kurį renkamas bandinys pozicionuojamas taip, kad prispaustų prie tarpinės (4 pav. 23), tuo tarpu vakuumo linija (4 pav. 22) įkišama į talpyklę, o bandinio surinkimo linija (4 pav. 21) įmerkiama į tirpiklį. Įjungiamas vakuumas slėgio/ vakuumo siurblio pagalba (3 pav. 18) ir pradedamas bandinio surinkimas. Ši procedūra taip pat leidžia bandinį sukcentruoti. Bandinio surinkimo procedūros trukmė priklauso nuo poreikio ir esamos koncentracijos, todėl gali užtrukti nuo 0,5 sekundės iki mėnesio.

Surinkus bandinį, prieš atliekant analizes (arba jas atlikus) sistema išplauna skirstymo kapiliarą, arba kapiliarinę kolonėlę (1 pav. 6) atitinkamais tirpalais, kurių darbinio elektrolito talpyklės (1 pav. 10), ar mėgintuvėliai yra integruoti į sistemą. Plovimas gali būti atliekamas panaudojant slėgį, ar vakuumą, arba abu pakaitomis. Norint plauti slėgiu, vožtuvų (3 pav. 19) pozicijos yra perjungiamos, po to, atliekant plovimą vakuumu, atliekų talpyklėje (1 pav. 9, 3 pav. 9) susidaro slėgio/ vakuumo jutiklio (3 pav. 20) pagalba reguliuojamas vakuumas. Esant vakuumui tirpalas iš mėgintuvėlio esančio mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (3 pav. 8) pradeda tekėti skirstymo kapiliaru (1 pav. 6, 2 pav. 6), patenka į sąsajos sujungiančios skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodų ertmę (2 pav. 15) ir toliau keliauja į tirpalų atliekų liniją (2 pav. 12), kur pasiekia atliekų talpyklę (1 pav. 9). Plaunant slėgio režimu, tirpalas esantis darbinio elektrolito talpyklėje (1 pav. 10) pasiekia darbinio elektrolito liniją (2 pav. 13) ir sąsajos sujungiančios skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus ertmę (2 pav. 15) ir toliau per skirstymo kapiliarą (1 pav. 6, 2 pav. 6) keliauja į mėgintuvėlį esantį mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (1 pav. 8, 3 pav. 8). Kapiliaro plovimo trukmė priklauso nuo poreikio ir skirstymo procedūros, kuri gali būti aprašyta literatūroje, ar iš anksto optimizuota paties sistemos operatoriaus. Po išplovimo, jeigu reikalinga, sistema gali atlikti kapiliaro elektrokondicionavimą, kai aukšta įtampa yra įjungiamą aukštos įtampos šaltinio pagalba (1 pav. 3), o elektros srovė teka kapiliaru, bet bandinys nėra įleistas. Po elektrokondicionavimo įleidžiamas mėginys į kapiliarą, kurio įleidimo principas gali būti paremtas (1) hidrodinaminiu būdu: (a) slėgiu, (b) vakuumu, (c) sifono principu, (2) elektrokinetiniu būdu, arba (3) kombinuotu (hidrodinaminiu + elektrokinetiniu). Atliekant bandinio įleidimą į skirstymo kapiliarą (1 pav. 6), pirmiausia pozicionuojamas mėgintuvėlis su surinktu bandiniu, esantis mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (1 pav. 8, 3 pav. 8), taip, kad skirstymo kapiliaras (1 pav. 6) būtų įmerktas į bandinį. Sukuriamas su slėgio/ vakuumo siurblio (3 pav. 18) ir slėgio/ vakuumo jutiklio (3 pav. 20) pagalba

nustatytas vakuumas. Vakuomo gylis priklauso nuo analizės procedūros ir poreikio ir priklauso nuo iš anksto pasirinktos operatoriaus vertės. Įjungus vakuumą prasideda bandinio injekcija ir užtrunka nustatytą laiką. Injekcijos laikas priklauso nuo analizės procedūros ir yra toks, kokį pasirinko operatorius prieš pradėdamas darbą su analizės sistema.

Po bandinio įleidimo įjungiamo aukšta įtampa aukštos įtampos šaltinio pagalba (1 pav. 3) ir pradėdamas elektroforezinis bandinio skirstymas, arba elektrochormatografinis skirstymas. Migruojančios analitės pasiekia detektoriaus (1 pav. 5) (detektorių) zoną (zonas) ir yra aptinkamos bei nustatomos. Detektorius užrašo signalą ir jį saugo sistemos atmintinėje, arba perduoda duomenis belaidžiu būdu. Elektroferogramos duomenys gali būti perduodami realiu, pseudo-realiu laiku, arba kaupiami sistemos duomenų kaupykloje. Detektoriaus užrašytas signalas – rezultatas gali būti perskačiuotas naudojant temperatūros kompensavimą, kai pamatuota vertė neatitinka reikiamos temperatūros. Po analizės, kuri užtrunka priklausomai nuo optimizuotos, ar aprašytos literatūroje elektroforezinio skirstymo procedūros (nuo 5 sekundžių iki 24 valandų) yra atliekamas sistemos plovimas (kaip aprašyta aukščiau).

2. Atvejis, kai tiriami bandiniai, kuriuos paruošė operatorius ir supylė į mėginių talpykles.

Šios procedūros metu bandinių surinkimo funkcija yra išjungiamo, o operatorius pats turi sudėti talpykles su mėginiais į mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulį (1 pav. 8, 3 pav. 8).

Atliekant analizes (arba jas atlikus) sistema išplauna skirstymo kapiliarą, arba kapiliarinę kolonėlę (1 pav. 6) atitinkamais tirpalais, kurių buteliukai (1 pav. 10), ar mėgintuvėliai yra integruoti į sistemą. Plovimas gali būti atliekamas panaudojant slėgį, ar vakuumą, arba abu pakaitomis. Norint plauti slėgiu, vožtuvų (3 pav. 19) pozicijos yra perjungiamos, po to, atliekant plovimą vakuumu, atliekų talpyklėje (1 pav. 9, 3 pav. 9) susidaro slėgio/ vakuomo jutiklio (3 pav. 20) pagalba reguliuojamas vakuumas. Esant vakuumui tirpalas iš mėgintuvėlio esančio mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (3 pav. 8) pradeda tekėti skirstymo kapiliaru (1 pav. 6, 2 pav. 6), patenka į sąsajos sujungiančios skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodų ertmę (2 pav. 15) ir toliau keliauja į tirpalų atliekų liniją (2 pav. 12), kur pasiekia atliekų talpyklę (1 pav. 9). Plaunant su slėgiu, tirpalas esantis darbinio elektrolito talpyklėje (1 pav. 10) pasiekia darbinio elektrolito liniją (2 pav. 13) ir sąsajos sujungiančios skirstymo kapiliarą, darbinio elektrolito, tirpalų atliekų linijas ir aukštos įtampos elektrodus ertmę (2 pav. 15) ir toliau per skirstymo kapiliarą (1 pav. 6, 2 pav. 6) keliauja į mėgintuvėlį esantį mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (1 pav. 8, 3 pav. 8). Kapiliaro plovimo trukmė priklauso nuo poreikio ir skirstymo procedūros, kuri gali būti aprašyta literatūroje, ar iš anksto optimizuota paties sistemos operatoriaus. Po išplovimo, jeigu reikalinga, sistema gali atlikti kapiliaro elektrokondicionavimą, kai aukšta įtampa yra įjungiamo aukštos įtampos šaltinio pagalba (1 pav. 3), o elektros srovė teka kapiliaru, bet bandinys nėra įleistas. Po elektrokondicionavimo įleidžiamas mėginys į kapiliarą, kurio įleidimo principas gali būti paremtas (1) hidrodinaminiu būdu: (a) slėgiu, (b) vakuumu, (c) sifono principu, (2) elektrokinetiniu būdu, arba (3) kombinuotu (hidrodinaminiu + elektrokinetiniu). Atliekant bandinio įleidimą į skirstymo kapiliarą (1 pav. 6), pirmiausia pozicionuojamas mėgintuvėlis su surinktu bandiniu, esantis mėginių, mėgintuvėlių ir tirpalų pakeitimo modulyje (1 pav. 8, 3 pav. 8), taip, kad skirstymo kapiliaras (1 pav. 6) būtų įmerktas į bandinį. Sukuriamas su slėgio/ vakuomo siurblio (3 pav. 18) ir slėgio/ vakuomo jutiklio (3 pav. 20) pagalba nustatytas vakuumas. Vakuomo gylis priklauso nuo analizės procedūros ir poreikio ir priklauso nuo iš anksto pasirinktos operatoriaus vertės. Įjungus vakuumą prasideda bandinio injekcija ir užtrunka nustatytą laiką. Injekcijos laikas priklauso nuo analizės procedūros ir yra toks, kokį pasirinko operatorius prieš pradėdamas darbą su analizės sistema.

Po bandinio įleidimo įjungiamo aukšta įtampa aukštos įtampos šaltinio pagalba (1 pav. 3) ir pradėdamas elektroforezinis bandinio skirstymas, arba elektrochormatografinis skirstymas. Migruojančios analitės

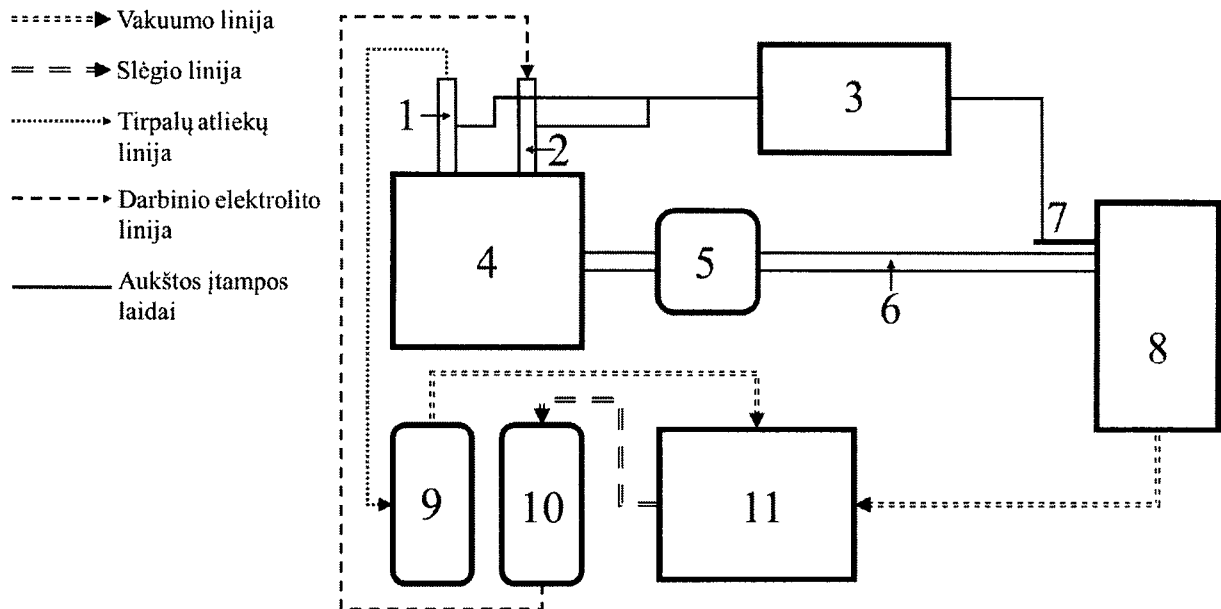
20.07.20

pasiekia detektoriaus (1 pav. 5) (detektorių) zoną (zonas) ir yra aptinkamos. Detektorius užrašo signalą ir jį saugo sistemos atmintinėje, arba perduoda duomenis belaidžiu būdu. Elektroferogramos duomenys gali būti perduodami realiu, pseudo-realiu laiku, arba kaupiami sistemos duomenų kaupykloje. Detektoriaus užrašytas signalas – rezultatas gali būti perskaičiuotas naudojant temperatūros kompensavimą, kai pamatuota vertė neatitinka reikiamos temperatūros. Po analizės, kuri užtrunka priklausomai nuo optimizuotos, ar aprašytos literatūroje elektroforezinio skirstymo procedūros (nuo 5 sekundžių iki 24 valandų) yra atliekamas sistemos plovimas (kaip aprašyta aukščiau).

Išradimo apibrėžtis

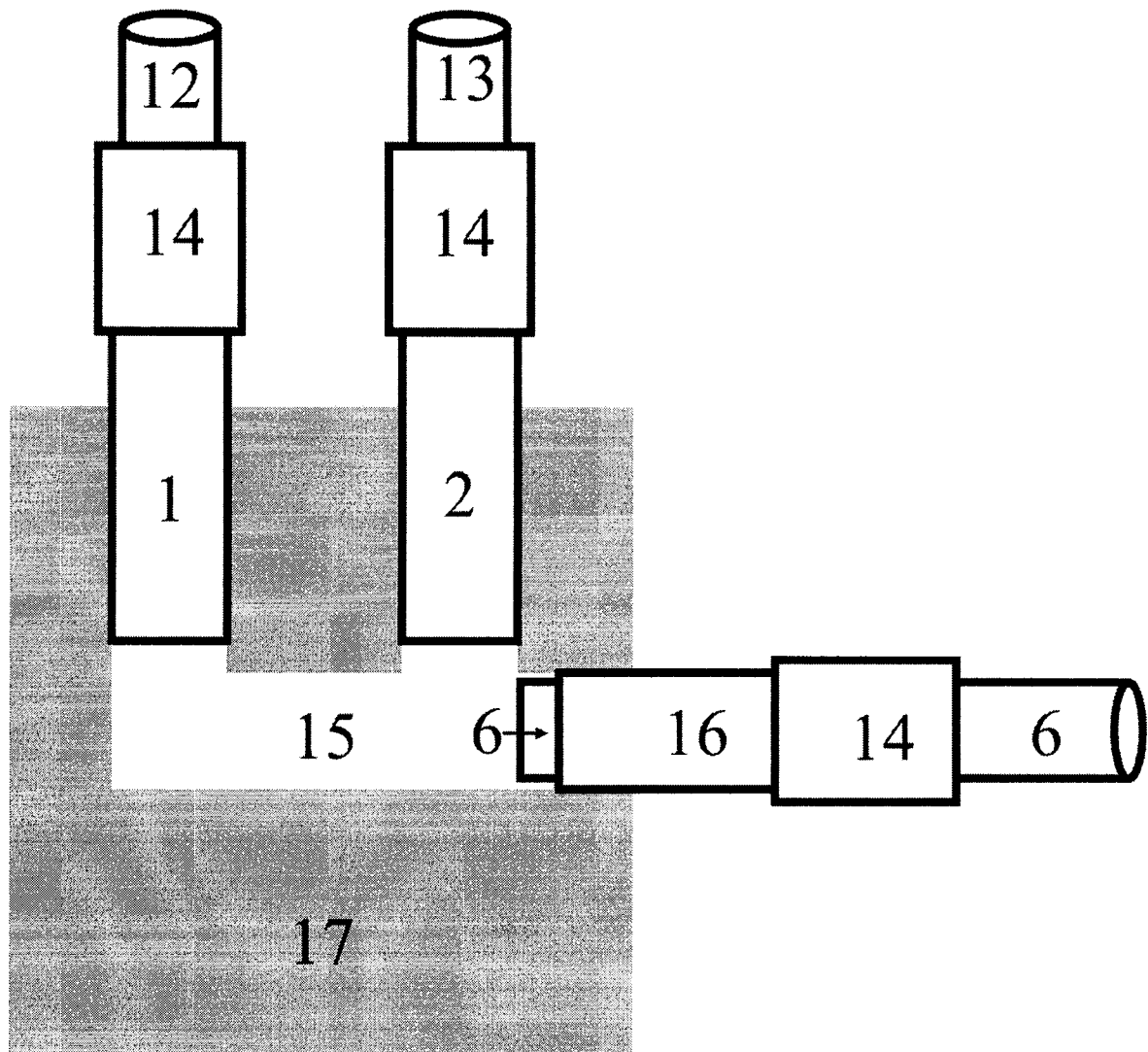
1. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, turinti auštos įtampos šaltinį, elektrodus, kurie tiesiogiai kontaktuoja su darbinio elektrolitu, skirstymo kapiliarą, kuriame yra skirstomos analitės, bandinių ir plovimo tirpalų talpyklių karuselę, slėgio ir vakuumo paskirstymo sistemą, darbinio elektrolito, atliekų ir plovimo tirpalų talpas, integruotą detektorių, kuris aptinka išskirstytas analites, gali atlikti ilgai ir trumpai užtrunkančias analizes, besiskirianti tuo, kad sistema yra portabili.
2. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 1 punktą tuo, kad sistema veikia su žemos įtampos šaltiniu.
3. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 2 punktą tuo, yra integruojama į pilotuojamus ir be-piločius savaeigius, be-pilotes ir pilotuojamas skraidykles, pilotuojamus ir be-piločius laivus, gamybines linijas ir kitus analizės įrenginius.
4. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 3 punktą tuo, kad sistema yra su bandinių surinkimo moduliu.
5. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 4 punktą tuo, kad sistema pati surenka bandinius iš oro, dujinės fazės, skystos fazės, kietos fazės ar jų kombinacijos.
6. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 5 punktą tuo, kad sistema yra ne didesnė kaip 30 x 30 x 30 cm (ilgis, plotis, aukštis).
7. **Autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su bandinių surinkimu**, besiskirianti pagal 6 punktą tuo, kad sistema yra ne sunkesnė kaip 3 kg.
8. **Miniatiūrizuota, autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su integruota bandinių surinkimo galimybe**, besiskirianti pagal 7 punktą tuo, kad sistema gali perduoti duomenis belaidžiu būdu.
9. **Miniatiūrizuota, autonominė analizinė kapiliarinės elektroforezės sistema su integruota bandinių surinkimo galimybe**, besiskirianti pagal 8 punktą tuo, kad sistema gali veikti autonomiškai, be operatoriaus įsikišimo.

Paveikslai



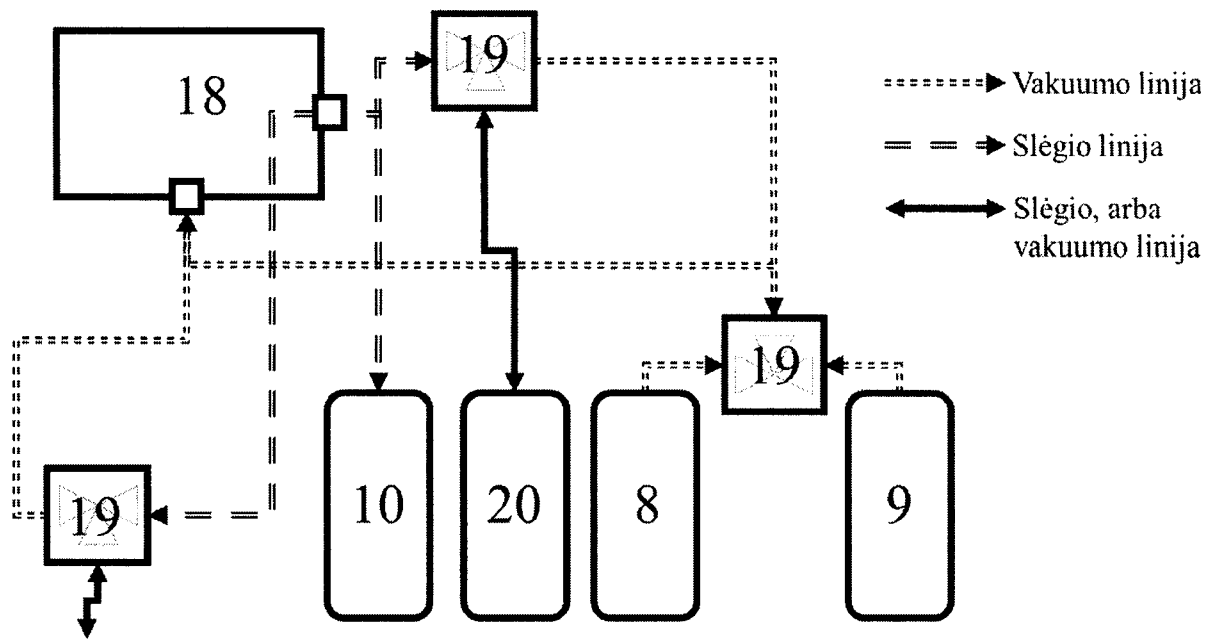
1 Pav.

20.07.20

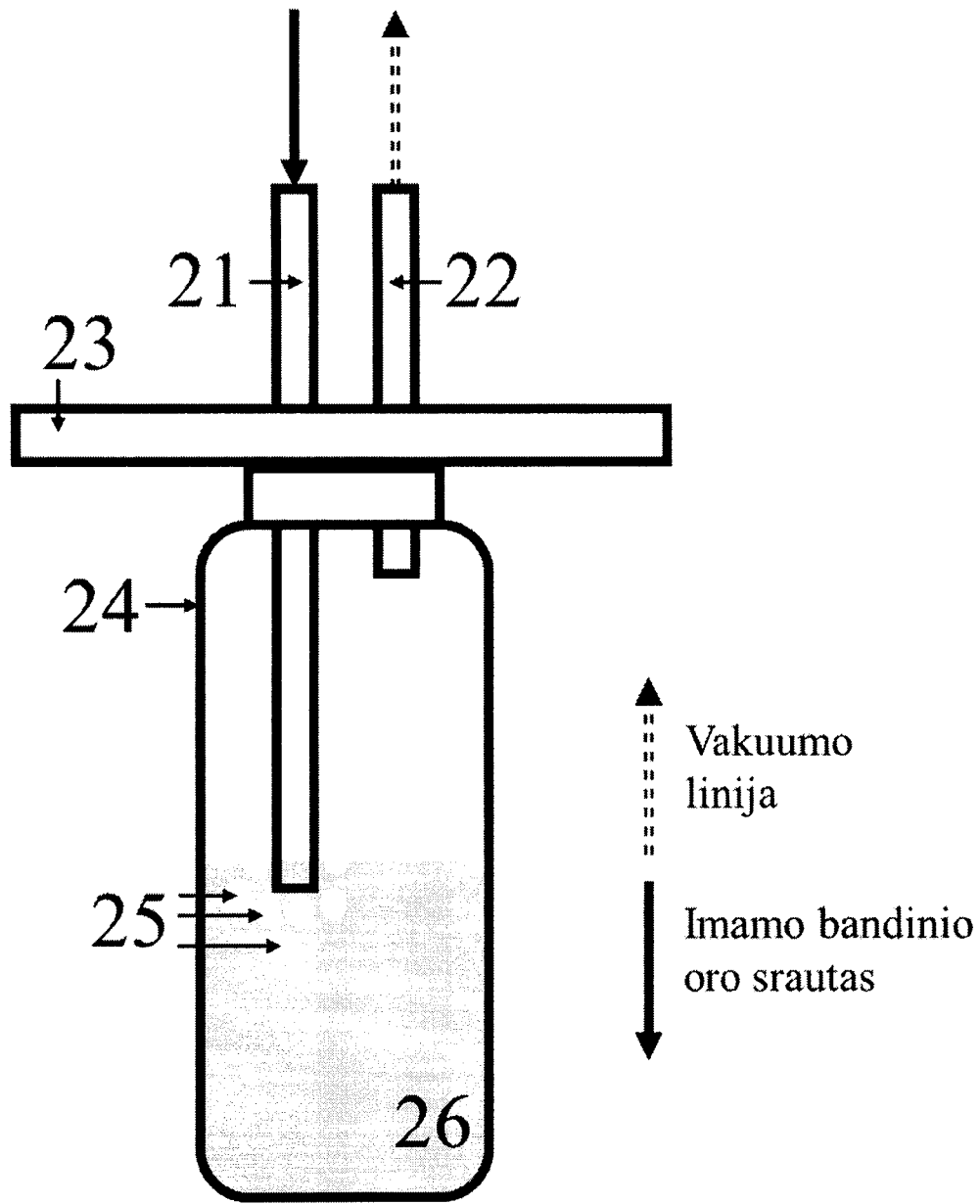


2 Pav.

20.07.20



3 Pav.



4 Pav.