

(12) PATENTO APRAŠYMAS

(21) Paraiškos numeris: 2022 016
(22) Paraiškos padavimo data: 2022-07-11
(41) Paraiškos paskelbimo data: 2024-02-12
(45) Patento paskelbimo data: 2024-06-10

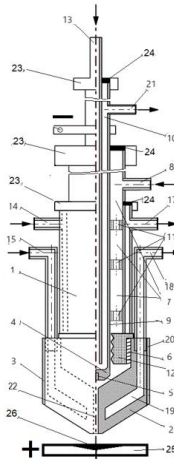
(73) Patento savininkas:
Lietuvos energetikos institutas,
Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas, LT
(72) Išradėjas:
Vitas VALINČIUS, LT
Viktorija GRIGAITIENĖ, LT
Rolandas USCILA, LT
Romualdas KĖŽELIS, LT
Mindaugas AIKAS, LT

LT 7065 B

(54) Pavadinimas:
Plazmos generatorius

(57) Referatas:

Išradimas susijęs su elektrinio lanko terminės plazmos generatorių (PG) sritymi ir yra skirtas plazminio atliekų ir pavojingų medžiagų apdorojimo sistemoms. (PG) korpusas (1) susideda iš šešių nerūdijančio plieno, koaksialiai išdėstytų, vienas nuo kito izoliuotų, kintamo skerspjuvio cilindrinų vamzdžių ir antgalio (2), kurie padengti aukštatemperatūrine aliuminio oksido izoliacine apsaugine danga (3), katodo mazgas sumontuotas korpuso (1) viduje su laikikliu (4), kurio centre įpresuotas hafnio emiteris (5), anodo mazgas, susidedantis iš grafitinės plokštės su skysto metalo vonia. Korpuso (1) aušinimo sistema sudaryta iš plonasienių nerūdijančio plieno vamzdelių, įleistų į korpusą (1), į kuriuos aušinimo skystis paduodamas iš aušinimo skysčio tiekimo kanalų (13), (14), (15) ir nuvedamas (17), (18), (21) kanalais, o antgalio (2) aušinimui, skystis paduodamas išfrezuotu kanalu (19). Grafitinės plokštės (25) su skysto metalo vonia, paviršiuje, ant skysto metalo ar elektrai laidžios keramikos lydalio, suformuota judanti anodinė dėmė. Elektros lanko ilgis tarp katodo ir anodo kintamas ir reguliuojamas pozicionavimo įrenginio pagalba. Plazmą sudarančios dujos, yra tiekiamos katodo emiterio zonoje, o aukštatemperatūrinė aliuminio oksido izoliacinė danga (3), esant atitinkamai komponentų sudėčiai, susideda iš aliuminio ir (arba) titano arba aliuminio ir (arba) cirkonio oksido sluoksnio.



1 pav.

TECHNIKOS SRITIS

Išradimas yra susijęs su elektrinio lanko terminės plazmos generatorių (PG) sritimi ir yra skirtas plazminio atliekų ir pavojingų medžiagų apdorojimo sistemose.

TECHNIKOS LYGIS

Gera žinoma pastovios srovės plazmos generatorius su karštu katodu bei laiptuotu vario anodu (US5363781A, 1994). Tokio PG ypatybė yra ta, kad jame sukurama aukštos temperatūros plazminė aplinka, skirta skaidyti įvairioms medžiagoms. Tačiau įrenginys daugiausiai skirtas transportuoti skystoms arba dujinėms atliekoms į aukštos temperatūros zoną, kurioje atliekamas jų apdorojimas. Todėl jis netinka plazminiam apdorojimui plazminiuose reaktoriuose dėl žymaus srauto tankio ir didelio greičio, nes medžiagos buvimo laikas plazminiame įrenginyje labai trumpas (mažesnis nei 100 ms). Kiti paraiškose aprašyti panašūs įrenginiai su linijiniais PG, dėl nepakankamo medžiagos dislokacijos laiko aukštatemperatūroje reakcinėje zonoje, taip pat nėra tinkami medžiagų, ypač pavojingų atliekų neutralizavimui.

Iš esamų panašių konstrukcijų plazmos generatorių yra žinomos ir aprašytos patentuose JP5226536B2, RU2036758 ir US10076019B2. Tačiau jie skirti mechanizuotam ir rankiniam pjovimui, suvirinimui, purškimui ir kitų rūšių medžiagų apdirbimui įvairiose pramonės šakose. Kaip analogą galima laikyti PG, aprašytą US10076019B2. Tačiau konstrukcijoje yra tuščiaaviduris elektrodas, kuris yra išilgai pagrindinės PG ašies. Dėl to gali susidaryti nepakankamas aušinimas plazmą sudarančiomis dujomis, ir, prie didesnių srovės reikšmių atsiranda pavojus sudegti. Panašios konstrukcijos PG aprašomi ir kitose patentinėse paraiškose, pvz., CN108770172, CN113811061A (2021), US2004000538A1 (B2) (2004) ir kt., tačiau jie netinka apdoroti medžiagoms, kurios susmulkintos stambesnėmis nei 1 mm dydžio granulėmis.

Pagal konstrukciją artimiausias techninis sprendimas ir pasiektas geriausias rezultatas yra JP3591233B2, o taip pat CN112996211. Aprašytus PG sudaro tūta, turinti angą, kuri tarnauja kaip plazmos srauto išteklėjimas. Šis PG turi cilindro formos elektrodą, o plazmą sudarančios dujos įpučiamos per sukurinį elementą su išorine sriegine dalimi. Apdorojant pavojingas atliekas šiuo būdu, plazmos generatoriuje

elektros lanku sukurama 2000-5000°C temperatūros plazma. PG nukreipiamas į reaktorių.

Išradimuose KR100756642B1 (2007), US11032900B2 (A1) (2021), CN103200757A (B) (2013) PG sudaro katodo strypas ir anodas, elektros lankas inicijuojamas tarp katodo ir pirmojo (tarpinio) anodo, pro kurį tiekiamos plazmą sudarančios dujos. Tokiose konstrukcijose per mažai dėmesio skiriama katodo aušinimui.

Aprašytas PG PSM-100 (RU2350052 C1), kurį sudaro korpusas, volframo katodas ir anodas, atskirtas nuo korpuso izoliaciniu žiedu, pro kurį tiekiamos darbo dujos. Anodo išteklėjimo tūta laiptuota, besiplečianti link ištekėjimo, o anodo ištekėjimo kanalas yra cilindro formos.

Užpatentuotas PG turi nemažai trūkumų. Jo katodas pagamintas iš volframo strypo, prijungto prie aušinamo korpuso per įvorės spaustuką. Strypas yra konsolinis ir turi pakankamai didelę iškyšą, todėl gaminant ir montuojant PG gali kilti papildomų sunkumų užtikrinant elektrodų išlygiavimą. Be to, volframas ore intensyviai oksiduojasi, todėl jam apsaugoti turi būti naudojamos papildomos inertinės dujos arba azotas.

Daugeliu atvejų, nagrinėtuose PG naudojami besieikvojantys katodai. Dėl neišvengiamos katodo erozijos ir medžiagos emisijos į plazmą formuojančių dujų srautą, strypo ilgis palaipsniui mažėja, o pasiekus tam tikrą ilgį, likusi jo dalis tampa netinkama tolesniam naudojimui ir turi būti pašalinta. Tokiu atveju, elektrodas keičiamas nauju, o tai lemia neracionalų katodo medžiagos naudojimą. Be to, generuojamas plazmos srautas užteršiamas elektrodo erozijos produktais, kurie pakeičia jo savybes.

IŠRADIMO ESMĖ

Išradimo tikslas – praplėsti plazmos generatorių naudojimo galimybes pavojingų medžiagų ir atliekų konversijos procesuose, padidinti elektrodų tarnavimo laiką bei galimybę gauti reikiamos sudėties, mažai judrią, termiškai ir chemiškai aktyvią nepusiausvirąją plazmą, išvengti iškvos į reaktoriaus sienelės susidarius kameroje elektrai laidžiai aplinkai.

Išradimo tikslas yra pasiekiamas tuo, kad plazmos generatoriuje (PG), susidedančiame iš cilindro formos korpuso (1), kurio sienelėse yra sumontuoti aušinimo skysčių padavimo ir nuvedimo kanalai, plazmą sudarančių dujų tiekimo bei plazmos srauto ištekėjimo kanalai, katodo mazgo bei anodo mazgo. Korpusas (1), susidedantis iš šešių nerūdijančio plieno, koaksialiai išdėstytų vienas nuo kito izoliuotų, kintamo skerspjūvio cilindrų, atskirtų vienas nuo kito centruojančiomis įvorėmis, kurios skirtos plazmą sudarančių dujų tiekimui bei aušinamo vandens cirkuliacijai, sujungtas su antgaliu (2), kurie yra padengti aukštatemperatūrine aliuminio oksido izoliacine apsaugine danga (3), katodo mazgas yra sumontuotas korpuso (1) viduje su laikikliu (4), kurio centre įpresuotas hafnio emiteris (5) bei, ties antgaliu (2) reguliuojamu atstumu atskirai įrengtas, anodo mazgas, susidedantis iš grafitinės plokštės (25) su skysto metalo vonia.

Taip pat, PG korpuso (1) aušinimo sistema yra sudaryta iš plonasienių nerūdijančio plieno vamzdelių, įleistų į korpusą (1), į kuriuos aušinimo skystis paduodamas iš aušinimo skysčio tiekimo kanalų (13), (14), (15) ir nuvedamas (17), (18), (21) kanalais, o antgalio (2) aušinimui, skystis paduodamas išfrezuotu kanalu (19).

Be to, į katodo mazgą yra įtvirtintas į specialus vandeniui aušinamas nupjauto kūgio formos laikiklis (4), kurio sudaromoji su ašimi sudaro 70° – 90° kampą.

Taip pat, anodo grafito plokštės (25) su skysto metalo vonia paviršiuje, ant skysto metalo ar elektrai laidžios keramikos lydalo, yra suformuota judanti anodinė dėmė, o elektros lanko ilgis tarp katodo ir anodo yra kintamas ir reguliuojamas pozicionavimo įrenginio pagalba (brėžinyje nepavaizduotas).

Be to, plazmą sudarančios dujos yra tiekiamos katodo emiterio (5) zonoje, o aukštatemperatūrinė aliuminio oksido izoliacinė danga (3), esant atitinkamai komponentų sudėčiai, susideda iš aliuminio ir (arba) titano arba aliuminio ir (arba) cirkonio oksido sluoksnio.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

1 pav. pavaizduota plazmos generatoriaus PG principinė schema.

2 pav. pavaizduota PG korpuso bendras vaizdas, pjūvyje vaizdas A-A, vaizde

B – antgalio pjūvis.

Plazmos generatorių (PG) (1 pav.) sudaro nerūdijančio plieno korpusas (1) su antgaliu (2), kurie padengti aukštatemperatūre aliuminio oksido apsaugine danga (3), aušinamas katodo laikiklis (4) su įpresuotu hafnio emiteriu (5), srauto dinaminis sukimo mechanizmas (6) su grioveliais, dujų tiekimo kanalas (7) su atvamzdžiu (8), nukreiptu į PG galą. Dujų tiekimo kanalą (7) sudaro ertmė tarp dviejų katodo mazgo (9) ir aušinimo sistemos kanalo (10) išorinio vamzdelių, pagamintų iš nerūdijančio plieno. Dujos tiekiamos pro tris viena po kitos koaksialiai išdėstytas centruojančias įvoves (11) su žiedinėmis angomis. Srautas sukamas panaudojant specialų varinį sukimo mazgą (12) su sriegiu, kurio žingsnis 4,25 mm.

Nepusiausviroji plazma generuojama tam, kad būtų sudaryta reaguojančių dujų aktyvuojanti aplinka, siekiant padidinti cheminių reakcijų greitį keletą šimtų kartų.

PG korpusas (1), antgalis (2) ir katodo mazgas (9) yra intensyviai aušinami. Tam panaudota speciali aušinimo sistema, kuri tiekia aušinimo skystį į tiekimo kanalus su tiekimo (13), (14), (15) ir nuvedimo (17), (18), (21) kanalais. Korpuso (1) aušinimo apvalkalą sudaro plonasieniai nerūdijančio plieno vamzdeliai, o antgalio (2) – išfrezuotas kanalas (19), į kurį įveržtas išorinis vamzdis (20). PG katodą aušinantis skystis išteka pro centrinio vamzdelio atvamzdį (21) kanalu tiesiogiai iš viso katodo mazgo.

PG šoninių plazmą sudarančių dujų bei aušinančio vandens tiekimo kanalų išdėstymas vaizduojamas 2 pav., kuriame taip pat matoma ir plazmą sudarančių dujų ir elektros lanko ištekėjimo tūta (22).

Plazmos generatoriuje PG naudojamas katodo laikiklis yra pagamintas iš aukštos kokybės vario, o jame įpresuotas butono tipo emiteris yra „karštas“, pagamintas iš hafnio. Be paminėtų mazgų ir detalių, PG taip pat sudaro dujų tiekimo ir matavimo įtaisai (brėž. nepavaizduoti), matavimo angos, plazmos srauto išleidimo tūtos bei tvirtinimo elementai. PG surenkamas ir sujungiamas įveržiamaisiais žiedais-veržlėmis (23) su sandarinimo tarpinėmis (24). Plazmą sudarančių dujų tiekimo kanalo korpusas kartu naudojamas ir elektros srovės tiekimui į katodo emiterį ir yra prijungiamas prie pastovios stabilizuotos srovės 600 V bei 300 A elektros energijos tiekimo šaltinio per gnybtą (–).

PG anodas yra plazmocheminiame reaktoriuje montuojama grafito plokštė (1

pav., 25) su skysto metalo vonia (1 pav., 26). Tai taip pat šį PG daro skirtingą nuo prototipo. Plazmą sudarančios dujos kartu su apdorojama medžiaga kaitinama elektros lanko reakcinėje zonoje, kurioje organinės medžiagos yra skaidomos ir dujinamos, o neorganinės – lydamos. Plazmos generatoriumi kaitinamos plazmą sudarančios dujos, tiekiamos 0,9–1,2 g/s srautu tolygiai pagal visą plazmos generatoriaus ištekėjimo tūtos perimetrą išdėstytomis įvorėmis su žiedinėmis kiaurymėmis (2 pav., 11), po to pro varinį sukimo mazgą (12) patenka į ištekėjimo tūtą (22). Reakcinėje lanko zonoje, kaip plazmą sudarančios dujos gali būti įvairių rūšių komponentai ir jų mišiniai, įskaitant anglies dioksidą, orą, vandens garą, argoną, vandenilį ir kitas dujas bei jų mišinius.

PG vidinę konstrukcijoje dar galima išskirti šešis bendraašius koaksialinius cilindrus, atskirtus vienas nuo kito centruojančiomis įvorėmis, kurios naudojamos plazmą sudarančių dujų tiekimui bei aušinamo vandens cirkuliacijai. Katodo laikiklis, kurio galas yra nupjauto kūgio formos, kurio sudaromoji su ašimi sudaro 70–90° kampą, yra įsuktas į vandeniu aušinamą katodo mazgą. Plazmą sudarančių dujų įleidimo įvorė pagaminta iš stiklo tekstolito, jos vidinis skersmuo yra 20 mm. Dėl dujų dinaminių ir šiluminių procesų, vykstančių ištekėjus plazmos stulpui link anodo, grafito plokštėje (25) susidaro lanko dėmė, kurios skersmuo tiesiog proporcingas atstumui tarp elektrodų ir priklauso nuo įpučiamų dujų sudėties bei debito. Jos įduboje esantis metalas išsilydo ir sudaro skysto metalo vonią (26). Veikiant dujų dinaminėms ir elektromagnetinėms jėgoms, dėmė nuolat juda grafito ir skysto metalo (plieno) paviršiumi. Ji turi santykinai didelį paviršiaus plotą, kuriame išsiskiria lanko anodo zonos šiluma, o tai garantuoja aukštą anodo atsparumą terminiams smūgiams.

IŠRADIMO REALIZAVIMO APRAŠYMAS

Plazmos generatorius PG veikia šiuo principu:

iš aušinimo sistemos rezervuarų siurbliais kanalais (13), (14) ir (15) pradedamas tiekti aušinimo skystis (vanduo). Tuo pačiu metu, pro atvamzdį (8) ir įvortes (11) tiekimo kanalu (7) paduodamos plazmą sudarančios dujos, kurios patenka į priekatodinę zoną. Toliau, pozicionavimo įrenginio pagalba (brėžinyje nepavaizduotas) nustatomas minimalus atstumas 5–10 mm tarp PG katodo ir anodo

(grafito plokštės (25) su jo vonioje (26) esančiu dar neišlydytu metalu. Elektros lankui sužadinti parenkamas 5–6 mm tarpelis ir tarp PG ir grafito plokštės paduodama įtampa bei trumpam įjungiamas osciliatorius, kuris duoda 15 kV įtampos impulsą. Tuo jonizuojamos tarpelyje esančios dujos ir inicijuojamas elektros lankas tarp anodo ir katodo. Lankui užsidegus, toliau pozicionavimo įrenginiu nustatomas reikiamas 150–200 mm atstumas, kuriam esant PG stabiliai dirba, o jo voltamperinės charakteristikos tampa kylančiomis. Tuo taip pat pasireiškia šio PG skirtumas nuo esamų analogų.

Šaltų plazmą sudarančių dujų srautas apteka priekatodinę lanko zoną ir juda išilgai centrinės PG ašies link anodo. Antgalio (2) kanalu judančios dujos intensyviai plečiasi ir lankas kartu su jomis, pro centrinį kanalą (22) palieka cilindrinį antgalį ir persikelia į grafito plokštės metalo vonią (26), kurioje esantis metalas išlydomas. Toks lanko degimo pobūdis užtikrina jo stabilumą, vienodą plazmą sudarančių dujų pašilimą išilgai ašies ir periferijos bei vienodą temperatūros pasiskirstymą plazmos srovės skerspjūvyje prie įvairių PG darbo parametrų. Tokiu būdu, lankas įgauna kylančią voltamperinę charakteristiką.

Katodo emitterio zonoje išsiskirianti šiluma intensyviai nuvedama tekančiu vandeniu ir lanką apiplaunančiu srautu. Ši konstrukcija užtikrina ilgalaikį PG veikimą esant srovei iki 300 A. Pagrindinės patentuojamo PG darbo charakteristikos yra stabilios ir griežtai reguliuojamos. Lanko srovės vidutinis dydis yra 160–180 A. Nuo jos priklauso plazminio proceso efektyvumas, medžiagos apdorojimo greitis bei kokybė, o taip pat plazminio įrenginio galia. Srovės dydis parenkamas pagal apdorojamų teršalų sudėtį ir jų kiekį.

Lanko įtampa priklauso nuo jo ilgio, gali keistis 280–235 V ribose, priklausomai nuo nustatyto atstumo ir lanko srovės. Ji taip pat lemia įrenginio galią ir turi tiesioginę įtaką PG voltamperinėms charakteristikoms.

Lanko galia yra vienas iš apibūdinančių elektros lanko parametrų ir išreiškiamas lanko srovės ir įtampos sandauga. Patentuojamame įrenginyje ji yra 37,6–44,8 kW.

Vienas iš apibūdinančių parametrų yra plazmą sudarančių dujų srautas. Šiame PG jis yra 0,9–1,1 g/s, tuo tarpu nagrinėtuose prototipuose yra žymiai didesnis ir siekia iki 50 g/s. Šis parametras labai svarbus, nes užtikrina ilgalaikę teršalų

dislokaciją plazminėje aplinkoje. Tai taip pat yra šio PG privalumas.

Į PG priekatodinę zoną gali būti tiekiamos įvairios sudėties papildomos dujos, kurios skirtos sudaryti apsauginę atmosferą katodo emiteriui. Papildomos dujos, iki 10–15 g/s srautu tiekiamos į prieanodinę zoną, esančią plazmocheminio reaktoriaus viduje, tuo atveju, jeigu norima padidinti reakcinėje zonoje esančių dujų entalpiją, o taip pat sudaryti reikiamos sudėties atmosferą reaktoriuje. Tiekiant papildomas dujas taip pat galima sumažinti plazminės aplinkos temperatūrą ir greitį, o taip pat aplinkos entalpiją (pvz., tiekiant vandens garą).

Naudojant pozicionavimo įrenginį, kuriame įtvirtintas plazmos generatorius, pradinis atstumas tarp katodo ir anodo nustatomas apskaičiavus minimalų pramušimo sluoksnio storį ir žinant į reakcinę zoną tiekiamų papildomų dujų elektrinį laidumą prie aplinkos temperatūros. Toliau, naudojant tą patį pozicionavimo įrenginį, nustatomas darbinis atstumas tarp katodo ir anodo, o jį keičiant, reguliuojama elektros lanko galia ir charakteristikos.

Plazmos srovės parametrai priklauso nuo lanko geometrinių matmenų, ypač nuo išteklėjimo tūtos skersmens ir lanko ilgio. Didėjant tūtos skersmeniui, plazmos srovės ilgis mažėja, o skersmuo didėja. Didėjant lanko ilgiui sumažėja plazmos srovės vidutinė masinė entalpija ir plazmos stulpas tampa labiau koncentruotas, o srovės plėtimosi kampas sumažėja.

Siekiant išvengti elektrinio kontakto tarp katodo, susidariusių laidžių dujų ir metalinių plazmocheminių įrenginių sienelių dalių, kuriose montuojamas PG, jo korpusas (1) ir antgalis (2) padengti aukštatemperatūrine aliuminio oksido izoliacine apsaugine danga (3), kuri susideda, esant atitinkamai komponentų sudėčiai, iš aliuminio ir/arba titano arba aliuminio ir/arba cirkonio oksido 250 µm storio sluoksnio, kuri plazminėje aplinkoje neleidžia lankui užsidaryti ant plazmocheminio reaktoriaus sienelės ar futeruotės.

Elektros lankas degantis apribotoje erdvėje (reaktoriuje) laikomas laisvu, nors jo vystymąsi erdvėje šiek tiek riboja reaktoriaus sienos. Plazmą sudarančios ir apsauginės dujos lanko formos ir elgesio neriboja, o papildomų dujų srautas jį stabilizuoja. Oras, kaip plazmą formuojančios dujos, į PG tiekiamas iš katodo pusės. Išradimo objektas PG, be atliekų apdorojimo, gali būti naudojamas ir įvairios paskirties plazmocheminiuose reaktoriuose, skirtuose medžiagų sintezei, jų lydymui

bei įvairių produktų, tokių, kaip granulių ir plaušų sudarymui. Kartu su reaktoriumi, jis gali būti sėkmingai panaudotas vandenilio sintezei vandens garo plazminėje technologijoje, metalurgijoje ir kt.

PRAMONINIS PRITAIKOMUMAS

Nauja konstruktyvinių elementų visuma, dėka to, kad plazmos generatorius, kuriame koaksialiai sumontuoti vienas nuo kito izoliuoti vandeniui aušinami kintamo skerspjūvio elementai, leidžia generuoti stacionarų lanko stulpą su stabiliais ir visapusiškai reguliuojamais parametrais, o tai leidžia pasiekti išradimo tikslą.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Plazmos generatorius, susidedantis iš cilindro formos korpuso, kurio sienelėse yra sumontuoti aušinimo skysčių padavimo ir nuvedimo kanalai, dujų tiekimo bei plazmos srauto dujų įpūtimo ir ištekėjimo kanalai, katodo mazgo bei anodo mazgo, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad korpusas (1) susideda iš šešių nerūdijančio plieno, koaksialiai vienas nuo kito izoliuotų, kintamo skerspjūvio cilindrų, atskirtų vienas nuo kito centruojančiomis įvorėmis, kurios skirtos plazmą sudarančių dujų tiekimui bei aušinamo vandens cirkuliacijai, ir antgalio (2), kurie yra padengti aukštatemperatūrine aliuminio oksido izoliacine apsaugine danga (3), katodo mazgas (9) yra sumontuotas korpuso (1) viduje su katodo laikikliu (4), kurio centre įpresuotas hafnio emiteris (5) bei, ties antgaliu (2) atskirai įrengtu reguliuojamu atstumu, anodo mazgo, susidedančio iš grafitinės plokštės (25) su skysto metalo vonia (26).

2. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad korpuso (1) aušinimo sistema yra sudaryta iš plonasienių nerūdijančio plieno vamzdelių, įleistų į korpusą (1), į kuriuos aušinimo skystis paduodamas iš aušinimo skysčio tiekimo kanalų (13), (14), (15) ir nuvedamas (17), (18), (21) kanalais.

3. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad korpuso (1) antgalio (2) aušinimui, skystis paduodamas išfrezuotu kanalu (19).

4. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad katodo mazgas yra įtvirtintas į specialų vandeniui aušinamą nupjauto kūgio formos laikiklį (4), kurio sudaromoji su ašimi sudaro 70° – 90° kampą.

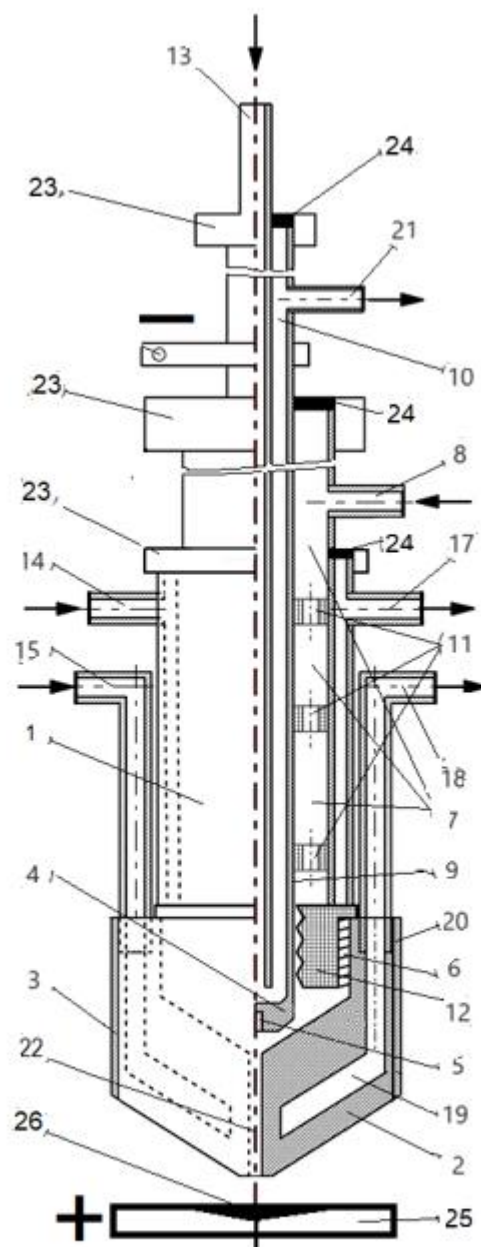
5. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad grafitinės plokštės su skysto metalo vonia paviršiuje, ant skysto metalo ar elektrai laidžios keramikos lydalo, yra suformuota judanti anodinė dėmė.

6. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad elektros lanko ilgis tarp katodo ir anodo yra kintamas ir reguliuojamas pozicionavimo įrenginio pagalba.

7. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad plazmą sudarančios dujos yra tiekiamos katodo emiterio (5) zonoje.

8. Plazmos generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad

aukštatemperatūrinė aliuminio oksido izoliacinė danga, esant atitinkamai komponentų sudėčiai, susideda iš aliuminio ir (arba) titano, arba aliuminio ir (arba) cirkonio oksido sluoksnio.



1 pav.

