

(19)



(10) **LT 5957 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5957**

(51) Int. Cl. (2013.01): **H01S 3/00**

(21) Paraiškos numeris: **2011 103**

(22) Paraiškos padavimo data: **2011 12 16**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2013 06 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2013 08 26**

(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: —

(72) Išradėjas:

**Vytautas GRIGORAITIS, LT**  
**Andrejus MICHAILOVAS, LT**  
**Darius JAKUBAUSKAS, LT**

(73) Patent savininkas:

**UAB „EKSPLA“, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT**  
**Vytauto Grigoričiaus įmonė „MINTIES KVANTAS“, Nemenčinės pl. 12A-11, LT-10102 Vilnius, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

**Virgina Adolfiną DRAUGELIENĖ, UAB TARPINĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas**

(57) Referatas:

Išradimas yra susijęs su pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdais, būtent, su pasikartojančio dujų išlydžio lempų maitinimo būdais, kur tarpuose tarp pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsų yra palaikoma rusenančiojo išlydžio maitinimo srovė, tuo būdu prailginant lempos tarnavimo laiką ir stabilizuojant išlydžio kanalo kryptį, bei gali būti panaudoti impulsinių lazerių kaupinimo lempoms maitinti. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas, kai į impulsinę lempą tiekia pagrindinio išlydžio maitinimo srovės atitinkamai sinchronizuotus impulsus, kurie minėtoje lempos sukelia pagrindinį išlydį, o tarpuose tarp minėtų pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinčią srovę, kurios stipris prieš pat pagrindinį maitinimo srovės impulsą yra padidinamas. Tarp minėtų pagrindinių lempų maitinimo

impulsų tiekiamos budinčios maitinimo srovės stiprį ( $I_0$ ) palaiko galimai žemiausią, galintį užtikrinti, kad minėtoje lemposje išlydis neužgestų, o prieš kiekvieną pagrindinį maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) minėtos budinčios maitinimo srovės stiprį padidina iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ), kuris parenkamas toks, kad galėtų tolygiai užpildyti plazma visą minėtos impulsinės lempos kolbą arba parenkamas toks, kad minėtos impulsinės lempos varža pasiektų iš anksto numatytą vertę, prie kurios įtampos kitimas pagrindinio išlydžio metu minėtoje impulsinėje lemposje prasidėtų monotonišku augimu.

Išradimas yra susijęs su pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdais, būtent, su pasikartojančio dujų išlydžio lempų maitinimo būdais, kur tarpuose tarp pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsų yra palaikoma rusenančiojo išlydžio maitinimo srovė, tuo būdu prailginant lempos tarnavimo laiką ir stabilizuojant išlydžio kanalo kryptį, bei gali būti panaudoti impulsinių lazerių kaupinimo lempoms maitinti.

Vykstant elektros išlydžiui dujose gaunama optinė spinduliuotė, kuri turi įvairių pritaikymų pramonėje, moksle, medicinoje. Vienas iš populiariausių – lazerinių šaltinių kaupinimas. Dažniausiai dujų išlydžio lempos naudojamos galingiems impulsiniams lazeriams kaupinti.

Pramonėje naudojamos lazerinės sistemos turi atitikti kelis svarbiausius reikalavimus: patikimumas, ilgaamžiškumas bei nesudėtingas aptarnavimas. Tokiuose pritaikymuose kaip pramoninis medžiagų apdirbimas (pjovimas, gręžimas ar suvirinimas) lazerinė sistema dirba praktiškai nuolatos, todėl labai svarbu, kad sistemos savybės kiek galima ilgiau nedegraduotų ir laiko tarpas tarp gretimų patikros ir aptarnavimo operacijų būtų kuo ilgesnis.

Vienas sparčiausiai degraduojančių elementų tokiose sistemose yra kaupinimui naudojamos išlydžio lempos. Jų tarnavimo laikas priklauso tiek nuo pačių lempų techninių charakteristikų, tiek ir nuo darbo režimo. Be to, sistemos patikimumą apsprendžia išėjimo charakteristikų atsikartojamumas: lazerinės spinduliuotės energijos ir sklaidimo krypties stabilumas. O tai vėlgi didžiąja dalimi yra susiję su kaupinimo lempų spinduliuotės savybėmis.

Yra žinomi geometriniai lempų konstrukcijos sprendimai išlydžio lempos tarnavimo laikui pailginti, aprašyti WO 9213358, US 5168194, arba jonizacijos kanalo padėčiai išlydžio lempos kolboje stabilizuoti, aprašytas JP 2007287563. Lempos su mažo diametro elektrodais neatlaiko didelės galios, todėl netinka didelės apkrovos sistemose. Be to, lempos, pasižyminčios ypatinga elektrodų ar kolbos geometrija reikalauja daug darbo gaminant ir yra brangios, palyginus su įprastos geometrijos lempomis. Galingose pramoninėse sistemose naudojamos labai paprasto dizaino išlydžio lempos, o stabilumo ar trumpo lempų amžiaus problemos sprendžiamos maitinimo srovės valdymo būdais.

Yra žinoma, kad pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų tarnavimo laiką galima pailginti jų maitinimui tarp pagrindinių maitinimo srovės impulsų naudojant budinčią srovę. Tokio tipo maitinimo būdai yra aprašyti W. Koechner, *Solid-State Laser Engineering*, 6th ed., Springer,

Berlin (2006), US 3551738, US 3967212, US 5315607, US 4398129, US 4910438. Juose budinčios srovės stiprio vertė yra pastovi arba svyruoja siaurame verčių intervale.

Žinomo pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdo esmė tokia – tarpuose tarp pagrindinio išlydžio srovės impulsų lempai tiekama maitinimo srovė rusenančiajam išlydžiui palaikyti. Kartą įžiebus išlydį ir suformavus pradinį jonizacijos kanalą, srovė dujose visada teka. Pagrindinio išlydžio maitinimo srovės stipris yra didelis, toks, kad dėl jos atsiranda intensyvus dujų plazmos švytėjimas. Jei lempa naudojama lazeriui kaupinti, pagrindinio išlydžio srovės sukelta optinė spinduliuotė gerokai viršija lazerinės generacijos slenkstį. Tarpuose tarp intensyvių pagrindinių srovės impulsų lempai tiekama silpna budinti maitinimo srovė. Ji reikalinga įžiebtam dujų išlydžiui palaikyti. Po to, kai aukštos įtampos įžiebimo impulsu inicijuojama pradinė dujų jonizacija, o po jos vykstanti smūginė jonizacija dar labiau papildoma jonizuotų molekulių skaičių, susidaro sąlygos tekėti elektros srovei tarp lempos elektrodų. Įžiebus dujų išlydį, reikia nedidelės maitinimo srovės, kad jonizuotų molekulių kanalas neužgestų. Srovė pasirenka mažiausios varžos kryptį dujose, todėl srovės tekėjimo trajektorija yra netaisyklinga, panaši į gamtoje vykstantį žaibą. Kuo didesnis budinčios srovės stipris, tuo didesnis jonizuoto kanalo skerspjūvis ir tuo stabilesnė jo forma. Pagrindinis išlydis, vykstantis paruoštoje lempos, t.y. lempos su suformuotu jonizacijos kanalu, yra labiau prognozuojamas, srovės stiprio augimo kreivė turi statesnius frontus, pasiekama didesnė srovės stiprio vertė.

Anksčiau minėtų impulsinių lempų maitinimo būdų trūkumas – per didelis lempos eikvojimas. Nepaisant to, kad išvengiama neigiamų efektų, kuriuos sukeltų pasikartojantis aukštos įtampos įžiebimo impulsas, ir kad lempos su pradiniu jonizacijos kanalu nėra staigaus perėjimo į stiprios jonizacijos būseną, nuolatinis srovės tekėjimas – eikvoja lempą. Sprendimuose su pastovia budinčia srove neįmanoma pasiekti gero jonizacijos kanalo stabilumo, neeikvojant lempos. Antra vertus, neįmanoma pasiekti ilgos lempų tarnavimo trukmės, nepakenkiant jonizacijos kanalo, ir tuo pačiu lempos spinduliuotės, stabilumui.

Norint įvertinti lempos eikvojimą ir apskritai budinčios srovės metodo tikslumą, reikia atsižvelgti į du parametrus – pagrindinių impulsų pasikartojimo dažnį ir budinčios srovės lygį.

Žemo pasikartojimo dažnio sistemose laiko tarpas tarp gretimų pagrindinio išlydžio impulsų gali būti pakankamas, kad spėtų nusistovėti lempos varžos, srovės bei įtampos fluktuacijos, atsirandančios dėl išlydžio įžiebimo aukštos įtampos impulsu. Šiuo atveju pastovus budinčios srovės laikymas netenka prasmės. Krūvis, pratekantis per laiko tarpą tarp pagrindinių

impulsų, gali netgi viršyti krūvį, pratekanti pagrindinių impulsų metu. Taigi trūkumai, susiję su pastoviu lempos deginimu budėjimo režime, gali nustelbti privalumus, susijusius su didesniu efektyvumu, stabilumu ir panašiai. Kai laiko tarpas tarp gretimų išlydžio impulsų yra palyginamas su pradinių fliktuacijų nusistovėjimo ir jonizacijos kanalo susiformavimo laiku, pasirenkamas balansas tarp privalumų ir trūkumų, kuriuos gali duoti budinčios srovės metodas. Didelio dažnio sistemose išlydžio lempų srovės valdymo būdas su budinčios srovės režimu dažniausiai teikia daugiau privalumų negu trūkumų.

Budinčios srovės lygis apsprendžia, kokia lempos pratekančio krūvio dalis nėra tiesiogiai panaudojama optinės spinduliuotės generacijai. Kuo didesnė budinti srovė, tuo didesnis per ją pratekančio krūvio kiekis, ir tuo labiau eikvojama lempa. Antra vertus, kai budinti srovė yra pernelyg maža, išlydis lempos yra labai nestabilus. Srovės tekėjimas gali tiesiog užgesti, arba stipriai fliktuoti erdvėje ir laike. Plazmos savybės lempos budėjimo režime turi didelės įtakos ir pagrindinio išlydžio impulso vystymuisi. Nestabilus pradinis jonizacijos kanalas lemia ir pagrindinio išlydžio impulso erdvinius bei energinius nestabilumus. Nestabilumai išlydžio lempos, naudojamose lazeriams kaupinti, sąlygoja ir lazerinės spinduliuotės (erdvinius, laikinius, energinius) nestabilumus, taip pat nulemia lazerinės sistemos efektyvumą. Be to, jonizacijos kanalo krypties bei skerspjūvio kitimas yra lydimas lempos varžos, įtampos bei srovės fliktuacijų, sukeliančių elektromagnetinius triukšmus. Optimali budinčios srovės vertė turi būti parinkta, įvertinus visus minėtus faktorius.

Žinomuose sprendimuose, kuriuose impulsinės išlydžio lempos maitinamos pastovaus lygio budinčia srove ir kuriais siekiama padidinti sistemos efektyvumą bei spinduliuotės stabilumą, tipinės budinčios srovės stiprio vertės svyruoja 50mA ÷ 1A ribose [žiūr. patentų US 4910438, US 5168194, US 5373215 aprašymus bei Alex D. McLeod, „*Design Considerations for Triggering of Flashlamps*“, Nov. 1996. Copyright© 1998-2003 PerkinElmer, Inc.]. Nesunku paskaičiuoti, kad su 500mA budinčia srove ir impulsų pasikartojimo dažniu 50Hz pratekantis krūvis budėjimo fazėje yra palyginamas su krūviu, kuris prateka lempos pagrindinio išlydžio metu.

JAV patente US 6330258 aprašytas lazeryje naudojamas pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdas su budinčios srovės režimu, pasižymintis tuo, kad budinčios srovės lygis yra parenkamas priklausomai nuo impulsų pasikartojimo dažnio. Siekiant sumažinti lempų eikvojimą, žemų dažnių diapazone naudojama mažesnė srovės stiprio budinti srovė, aukštų dažnių diapazone – didesnė srovės stiprio budinti srovė: 0,3A (< 2Hz), 2A (nuo 2Hz

iki 200Hz) ir 5A ( $>200\text{Hz}$ ). Be to, per pauzę tarp gretimų pagrindinių impulsų sekų palaikoma mažiausia budinčios srovės vertė (0,3A), kad kuo mažiau eikvotųsi lempa. Paleidžiant naują lazerinių impulsų seką, t.y. pasibaigus pauzei, budinčios srovės stiprio vertė minėtu būdu pritaikoma prie impulsų pasikartojimo (sekos viduje) dažnio. Tarpuose tarp gretimų intensyvaus išlydžio impulsų vienos sekos viduje budinčios srovės stipris nekeičiamas.

Šiame sprendime lempų tausojimo efektas atsiranda tik dėl to, kad lempa naudojama impulsų sekos režime. Kai per pauzę tarp impulsų sekų palaikoma mažiausia iš trijų nustatytų budinčios srovės stiprio verčių, pasiekiamas ilgiausias iš jų, kurie šiuo atveju yra įmanomi, lempų tarnavimo laikas. Pastoviai dirbančiame lazeryje toks būdas lempų tarnavimo trukmės neprailgintų, nes krūvis pratekantis lempa budėjimo fazės metu yra palyginamas su krūviu, kuris prateka lempos pagrindinio išlydžio metu.

Tarptautinėje patentinėje paraiškoje WO2008003997 aprašytas lazeryje naudojamas pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdas su budinčios srovės režimu, kuriuo siekiama stabilizuoti šiluminės sąlygas lazerio (kaupinamo tokiomis lempomis) aktyviajame elemente. Budinčios maitinimo srovės lygis yra parenkamas taip, kad budėjimo fazėje susidarytų toks pats šiluminis lėšis, koks susidaro lazerinės generacijos metu. Per pauzę tarp gretimų lazerinių impulsų sekų palaikoma tam tikra nedidelė budinčios srovės vertė. Prieš pirmąjį šūvį budinčios srovės stipris yra padidinamas iki tokio lygio, kad susidarytų panašios šiluminės sąlygos, kokios bus pagrindinio išlydžio metu. Impulsų sekos viduje budinčios srovės stipriai gali skirtis tarp darbo ciklų, tačiau vieno ciklo metu budinti srovė yra pastovi.

Žinomas impulsinių išlydžio lempų maitinimo būdas su budinčios srovės režimu, kuriuo siekiama kuo geriau suvienodinti šiluminės sąlygas taip pat labai eikvoja lempas. Siekiant užtikrinti, kad budėjimo fazėje susidarytų toks pats šiluminis lėšis, koks susidaro lazerinės generacijos metu, budinčios maitinimo srovės lygis turi būti netoli lazerinės generacijos slenksčio, tad nedaug skiriasi nuo pagrindinių impulsų srovės lygio. Taigi budėjimo fazėje lempos yra gana stipriai apkraunamos ir labai greitai eikvojamoms. Be to, budinčios srovės šaltinis turi būti beveik tokio paties galingumo, kaip ir pagrindinio išlydžio impulsų šaltinis.

Sprendimai su pastovia rusenačiojo išlydžio srove iš principo negali suderinti ilgos lempų tarnavimo trukmės ir spinduliuotės stabilumo. Reikia pasirinkti balansą tarp geresnio spinduliuotės stabilumo ir lempos eikvojimo. Nustatoma tam tikra optimali budinčios srovės stiprio vertė. Paprastai pasirenkama tokia budinčios srovės stiprio vertė, kad būtų užtikrintas geresnis stabilumas. Tai atliekama lempos tarnavimo trukmės sąskaita.

Yra žinomi pasikartojančio išlydžio impulsinių lempų maitinimo būdai, panaudojantys budinčios srovės metodą, kuriuose budinti srovė ir vieno ciklo metu nėra pastovios vertės, aprašyti US 4276497, WO 2008003997, US 2008157695. Srovės kitimo laike pavidalas gali būti aprašomas tam tikru algoritmu arba nustatomas dinamiškai grįžtamojo ryšio pagalba.

Tačiau esant dideliam dažniui, parametrų stebėjimas bei valdymas realiame laike yra sunkiai realizuojamas. Greitas parametrų valdymas reikalauja labai galingo šaltinio. Tokiuose sprendimuose didžiausias dėmesys skiriamas geresniam stabilumui, dar didesniai sistemos efektyvumui, impulsų energijos ir/ar krypties stabilumui bei pasirodymo laike atsikartojamumui. Pratekantis krūvis ir tuo pačiu lempos eikvojimas nėra sumažinami.

JAV patentinėje paraiškoje US 2008157695 (*Lantis et al.*) teigiama, kad galima užtikrinti patikimesnį lempų darbą ir ilgesnį jų tarnavimo laiką, kai lempos ir maitinimo grandinės impedansai sutampa. Tuo tikslu reikiama srovės stiprio vertė konkrečiu laiko momentu yra nustatoma realiu laiku, panaudojant grįžtamąjį ryšį. Taigi srovės stiprio kitimo laike kreivė yra tam tikros netaisyklingos formos, apspręsta lempos ir ją maitinančios grandinės impedansų kiekvienu laiko momentu ir būtų vis kitokia skirtingoms lempoms arba tai pačiai lempai, degraduojančiai laike. Toks lempos maitinimo būdas yra sudėtingas, be to, ir brangus. Tuo tarpu, impedansų sutapimo reikalavimas yra labiausiai aktualus ypač didelės galios UV lempoms, kokios yra aprašytos minėtoje paraiškoje.

US 4276497 (*Burbeck et al.*) aprašytas pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas, pagal kurį į impulsinę lempą tiekia maitinimo srovės impulsų seką, kur maitinimo srovės impulsų, sukeliančių intensyvių lempos išlydį, trukmė ir forma yra nesunkiai valdoma. Be to, tarpuose tarp pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinti srovė, kurios stipris prieš pat pagrindinį maitinimo srovės impulsą gali būti padidintas, tuo būdu sąlygojant greitesnį pagrindinio išlydžio išsivystymą ir pailginant lempos tarnavimo trukmę.

Žinomas pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas neleidžia gauti optimaliausios pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo srovės formos, kuriai esant būtų pasiektas maksimaliai prailgintas lempos tarnavimo laikas, neprarandant lempos

jonizacijos kanalo stabilumo. Kadangi budinti srovė yra tiekiama iš mažo impedanso maitinimo srovės šaltinio, srovės stipris turi būti gana didelis, kad palaikytų srovės tekėjimą lemposje. Taigi išlydžio lempos tarnavimo laiką galima pailginti tik dėl to, kad, lempai pereinant iš budėjimo būsenos į pagrindinio išlydžio būseną, srovės ir įtampos šuoliai tampa mažesni, kas sumažina „stresą“ lempai. Pratekančio krūvio kiekis nėra sumažinamas.

Išradimu siekiama prailginti pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos tarnavimo laiką, neprarandant jonizacijos kanalo stabilumo išlydžio lemposje.

Uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būde, kai į impulsinę lempą tiekia pagrindinio išlydžio maitinimo srovės atitinkamai sinchronizuotus impulsus, kurie minėtoje lemposje sukelia pagrindinį išlydį, o tarpuose tarp minėtų pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinčią srovę, kurios stipris prieš pat pagrindinį maitinimo srovės impulsą yra padidinamas, tarp minėtų pagrindinių lempos maitinimo impulsų tiekiamos budinčios maitinimo srovės stiprį ( $I_0$ ) palaiko galimai žemiausią, galintį užtikrinti, kad minėtoje lemposje išlydis neužgestų, o prieš kiekvieną pagrindinį maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) minėtos budinčios maitinimo srovės stiprį padidina iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ), kuris parenkamas toks, kad galėtų tolygiai užpildyti plazma visą minėtos impulsinės lempos kolbą, o kiekvieną pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) paleidžia sinchroimpulsu, suvėlintu per laiko intervalą  $t_1$  atžvilgiu sinchroimpulso, įjungiančio budinčios srovės padidinimą iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ). Minėtas laiko intervalas  $t_1$  yra galimai trumpiausias laiko intervalas, per kurį lempos kolba tolygiai užsipildo plazma. Budinčios srovės antro lygio stipris ( $I_1$ ), kuriam esant lempos kolba tolygiai užsipildo plazma, ir trumpiausias laiko intervalas, per kurį lempos kolba tolygiai užsipildo plazma, priklauso nuo pasirinktos pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos parametrų ir yra nustatomas empiriškai.

Suformuojant pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo srovės parametrus pagal šio išradimo maitinimo būdą, galima pasiekti balansą tarp siekiamo ilgesnio lempos tarnavimo laiko, kuriam reikia kuo mažesnės budinčios srovės, ir jonizacijos kanalo stabilumo, kuriam reikia kuo didesnės budinčios srovės. Kadangi didžiąją budėjimo fazės laiko dalį lemposje teka galimai mažiausia maitinimo srovė, lempos eikvojimas yra sumažinamas iki minimumo. Taip pailginamas lempos tarnavimo laikas. Kadangi prieš pat pagrindinį išlydį maitinimo srovė yra trumpam padidinama, kol spėja nusistovėti stabili dujų plazmos būseną, lempos optinė spinduliuotė yra stabili. Šis stabilumas apima tiek impulso



energijos bei sklaidimo krypties, tiek ir pasirodymo laike atsikartojimą. Taip pasiekiamas mažiausias įmanomas krūvis, kuris pratekės lempa budėjimo fazėje. Sumažinami ir elektromagnetiniai triukšmai. Taigi lempa tarnaus ilgiau, kas yra didelis privalumas ne tik dėl sumažintos sistemos aptarnavimo kainos, bet ir dėl patogumo – reikės rečiau keisti.

Kitas šio išradimo realizavimas yra pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas, kai į impulsinę lempą tiekia pagrindinio išlydžio maitinimo srovės atitinkamą impulsų seką, kurie minėtoje lemposje sukelia pagrindinį išlydį, o tarpuose tarp minėtų pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinčią srovę, kurios stipris prieš kiekvieną minėtos impulsų sekos pagrindinį maitinimo srovės impulsą yra padidinamas, o tarp minėtų pagrindinių lempos maitinimo impulsų tiekiamos budinčios maitinimo srovės stiprį ( $I_0$ ) palaiko galimai žemiausią, galintį užtikrinti, kad minėtoje lemposje išlydis neužgestų, o prieš kiekvieną pagrindinį maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) vykdo budinčios maitinimo srovės stiprio padidinimą iki antro stiprio lygio ( $I_1$ ), kuris parenkamas toks, kad minėtos impulsinės lempos varža pasiektų iš anksto numatytą vertę, prie kurios įtampos kitimas pagrindinio išlydžio metu minėtoje impulsinėje lemposje prasidėtų monotonišku augimu, o kiekvieną pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) paleidžia sinchroimpulsu, suvėlintu per laiko intervalą  $t_1$  atžvilgiu sinchroimpulso, įjungiančio budinčios srovės didinimą iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ). Budinčios srovės didinimas iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ) vykdomas realiu laiku per grįžtamąjį ryšį matuojant minėtos impulsinės lempos varžą tarp pagrindinių maitinimo srovės impulsų ir ją lyginant su iš anksto numatyta varžos verte. Minėtas laiko intervalas  $t_1$  yra galimai trumpiausias laiko intervalas, kurio reikia lempos varžai pasiekti iš anksto numatytą vertę.

Budinčios srovės pirmo lygio stipris ( $I_0$ ), priklausomai nuo išlydžio lempos parametrų, gali būti parinktas intervale nuo maždaug 10mA iki 100mA. Budinčios srovės antro lygio stipris ( $I_1$ ), priklausomai nuo pasikartojančio išlydžio lempos parametrų, gali būti intervale nuo maždaug 1A iki 20A. Pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsų stipris ( $I_2$ ), priklausomai nuo pasikartojančio išlydžio lempos parametrų, gali būti intervale nuo maždaug 100A iki 1000 A.

Antro lygio maitinimo srovei ( $I_1$ ) įjungti ir pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsui ( $I_2$ ) paleisti gali būti naudojamas vienas sinchroimpulsų šaltinis.

Toliau išradimas detaliau paaiškinamas brėžiniais. esmė ir privalumai yra geriau suprantami iš detalaus aprašymo ir jį papildančių brėžinių, kuriuose:

Fig.1 – blokinė schema impulsinės dujų išlydžio lempos maitinimo būdai pagal šį išradimą pavaizduoti;

Fig.2 – lempos maitinimo srovės stiprio kitimas laike vieno darbo ciklo metu;

Fig.3 – lempos maitinimo srovės stiprio kitimas laike kelių darbo ciklų metu;

Fig.4 – šio išradimo kitos realizacijos;

Fig.5 – blokinė schema, vaizduojanti išlydžio lempos maitinimo būdą pagal kitą šio išradimo variantą;

Fig.6A ir Fig.6B – lempos įtampos, srovės ir varžos laikinės priklausomybės pagrindinio išlydžio metu, esant skirtingoms budinčios srovės stiprio vertėms;

Fig.7A ir Fig.7B – pastovios maitinimo srovės šaltinis ir jo signalų sekos, o taip pat išėjimo srovės kitimas laike;

Fig.8 – maitinimo srovės šaltinis, kurio srovės lygis yra realiu laiku valdomas, priklausomai nuo lempos varžos.

Viena šio išradimo realizacija apima lempos maitinimo srovės tiekimą trim atskirais srovės šaltiniais: pagrindinio išlydžio bei dviem budinčios srovės šaltiniais. Pagrindinio išlydžio srovės šaltinio pasikartojantys vienodos amplitudės srovės impulsai sukelia intensyvias lempos blykstes. Tarpuose tarp pagrindinių srovės impulsų lempa yra maitinama srove, tiekiamą budinčios srovės šaltiniais.

Pirmojo budinčios srovės šaltinio srovės stipris yra pastovus ir lygus  $I_0$ . Šaltinis įjungiamas darbo pradžioje, iškart po įžiebimo impulso, ir daugiau neįjunginėjamas. Antrasis budinčios srovės šaltinis išduoda impulsų seką, kuri yra paslinkta laike pagrindinių srovės impulsų sekos atžvilgiu. Antrojo budinčios srovės šaltinio impulsų amplitudė yra iš anksto numatyta. Ji yra tokia, kad budinti maitinimo srovė būtų padidinta iki antro lygio  $I_1$ , kuris yra dviem eilėmis didesnis už pirmojo budinčios srovės šaltinio srovės lygį  $I_0$ . Padidintos budinčios srovės impulsų ir pagrindinio išlydžio srovės impulsų šaltiniai yra valdomi vienu sinchroimpulsų generatoriumi. Sinchronizacijos impulsų generatorius turi du išėjimus, vienas iš kurių yra pavėlintas kito atžvilgiu.

Dar viena šio išradimo realizacija apima lempos maitinimo srovės tiekimą dviem srovės šaltiniais: pagrindinio išlydžio srovės šaltiniu bei budinčios srovės šaltiniu. Šiuo atveju

reikiamos formos budinčios srovės signalas sukuriamas vienu budinčios srovės šaltiniu. Didžiąją laiko dalį budinčios srovės stipris lygus  $I_0$ , o prieš pat pagrindinio išlydžio impulsą srovė trumpam padidinama iki  $I_1$ . Padidinto stiprio budinčios srovės lygio įjungimas ir išjungimas yra tiksliai suderinamas laike su pagrindinių impulsų iškrova.

Siekiant realizuoti šio išradimo lempos maitinimo būdą, kuriame padidinto stiprio budinčios srovės lygis yra realiu laiku valdomas, priklausomai nuo lempos varžos vertės, papildomai reikia grįžamojo ryšio grandinės. Jos paskirtis yra realiu laiku matuoti lempos varžą ir atlikti budinčios srovės valdymą. Budinčios maitinimo srovės šaltinis prieš pagrindinį išlydį padidina srovės vertę iki tokios, kad vidinė lempos varža pasiektų iš anksto numatytą vertę.

Fig.1 pateikta principinė schema, vaizduojanti šio išradimo variantą, pagal kuri padidinto budinčios srovės stiprio vertė yra iš anksto numatyta, o išlydžio lempa (1) yra maitinama srovėmis, paduodamomis iš trijų srovės šaltinių (2, 3, 4). Skirtingų maitinimo šaltinių signalų įjungimas yra griežtai suderintas tarpusavyje.

Iškart po to, kai įžiebimo įtampos impulsu inicijuojama lempos dujų jonizacija, ir susidaro sąlygos tekėti elektros srovei, įjungiamas pirmasis budinčios srovės šaltinis 2. Jo išduodama srovė ( $I_0$ ) yra pastoviai tiekiama lempai, tuo būdu užtikrinant, kad išlydis neužgestų. Šios budinčios srovės stiprio vertė  $I_0$  parenkama kuo mažesnė. Nepaisant to, kad jonizuotų dujų kanalas bus labai nestabilus, svarbiausia, kad srovės tekėjimas nenutrūktų. Empiriškai nustatyta, kad tipinei 4mm skersmens išlydžio lempai pakanka 50mA maitinimo srovės minimaliam išlydžiui palaikyti, o tai yra maždaug viena eile mažesnė vertė už budinčios srovės stiprio vertes žinomuose sprendimuose. Kitokių parametrų išlydžio lempoms  $I_0$  svyruoja intervale maždaug nuo 10mA iki 100mA.

Pačioje budėjimo fazės pabaigoje, prieš pat pagrindinio išlydžio impulsą, antrasis budinčios srovės šaltinis 3 sugeneruoja trumpą srovės impulsą su tokia amplitude, kad budinti maitinimo srovė būtų padidinama iki antro lygio  $I_1$ . Srovės, tekančios išlydžio lempos, padidinimas stabilizuoja jonizacijos kanalo kryptį ir varžą. Kuo didesnė maitinimo srovė, tuo daugiau yra jonizuotų dujų molekulių ir tuo jonizacijos kanalas yra platesnis. Antro lygio budinčios maitinimo srovės stipris  $I_1$  parenkamas toks, kad dujos būtų jonizuojamos visame lempos kolbos tūryje. Tuomet išlydžio fliktuacijos sumažėja iki minimumo. Srovės stiprio vertė, kuriai esant visa lempos kolba tolygiai užpildoma plazma, yra tarp 1A ir 20A, priklausomai nuo lempos parametrų. Tipinei 4mm skersmens išlydžio lempai  $I_1 = 5A$ . Taigi pirmo ir antro lygio budinčių srovių stipriai skiriasi dviem eilėmis.

Po budėjimo fazės seka pagrindinio išlydžio fazė. Pagrindinio išlydžio srovės šaltinis 4 sugeneruoja trumpą didelio stiprio srovės impulsą, kuris sukelia intensyvią lempos spinduliavimą. Priklausomai nuo lempos parametrų, maitinimo srovės stipris ( $I_2$ ), kuris teka lempos pagrindinio išlydžio metu yra intervale nuo 100A iki 1000A. Tipinei 4mm skersmens išlydžio lempai reikalingas  $I_2 = 500A$  stiprio srovė.

Taigi pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos darbo ciklas susideda iš trijų etapų: mažos budinčios srovės, padidintos budinčios srovės ir pagrindinio išlydžio srovės etapo. 2 ir 3 etape lempa patiria maitinimo srovės lygio šuolį maždaug per dvi eiles. Pagrindinio išlydžio srovės impulsas yra standartinės, apie  $150\mu s$ , trukmės ( $t_2$ ). Antro lygio budinčios srovės etapo trukmė ( $t_1$ ) priklauso nuo lempos parametrų ir konkrečių  $I_0$ ,  $I_1$  srovės stiprio verčių bei srovės  $I_1$  augimo greičio.  $t_1$  parenkamas kiek galima trumpesnis, toks, koks yra būtina reikalingas, kad būtų pasiektas tolygus lempos kolbos užpildymas plazma. Priklausomai nuo minėtų parametrų,  $t_1$  svyruoja  $(100-500)\mu s$  intervalo ribose. Esant  $I_0 = 50mA$  ir  $I_1 = 5A$  maitinimo srovės stiprio vertėms,  $t_1$  maždaug lygus  $150\mu s$ . Visą likusį darbo ciklo laiką lempa yra mažo stiprio budinčios srovės ( $I_0$ ) būsenoje, kurios trukmė priklauso nuo lempos pagrindinių impulsų pasikartojimo dažnio bei pagrindinio išlydžio bei padidintos budinčios srovės etapo trukmių ( $1/f - t_1 - t_2$ ).

Antro lygio stiprio ( $I_1$ ) budinčios srovės įjungimas, paskui jo išjungimas bei pagrindinio išlydžio srovės impulso paleidimas yra valdomas vienu sinchroimpulsų generatoriumi, kurio taktinį dažnį  $f$  pasirenka vartotojas. Kad šaltinių 3 ir 4 srovės impulsai pasirodytų reikiamu laiku, vienas iš sinchroimpulsų generatoriaus išėjimo impulsų (7) yra pavėlinamas kito (6) atžvilgiu (žiūr. Fig.3).

Minėtasis impulsinės lempos maitinimo srovės stiprio lygio kitimas vieno darbo ciklo metu yra pavaizduotas Fig.2. Kreivė 9 turi tris srovės lygius:  $I_0$ ,  $I_1$  ir  $I_2$ . Pirmo lygio budinčios srovės stipris  $I_0$  yra viena eile mažesnis už budinčios srovės stiprio vertę, kuri yra įprasta išlydžio lempos maitinimo būduose su budinčios srovės režimu (taškinė linija 10). Tuo tarpu antro lygio budinčios srovės stipris  $I_1$  yra viena eile didesnis už įprastą budinčią srovę 10.

Pirmo lygio budinti srovė  $I_0$  užtikrina rusenančiojo išlydžio egzistavimą kuo mažiau eikvojant išlydžio lempą. Antro lygio budinti srovė  $I_1$  paruošia lempą sekančiam etapui. Prieš pat pagrindinio išlydžio etapą lempos kolbą užpildžius jonizuotomis dujomis ir iki minimumo sumažinus išlydžio fliktuacijas, užtikrinama stabili srovė bei optinė spinduliuotė pagrindinio išlydžio metu. Pasibaigus intensyvaus išlydžio etapui, lempa grįžta į budėjimo būseną, t.y. į

budinčios srovės lygį  $I_0$ . Padidintos budinčios srovės etapo trukmė  $t_1$  yra panaši į pagrindinio išlydžio etapo trukmę  $t_2$ . Tuo tarpu visą likusį laiką lemposje teka labai maža srovė.

Fig.3 pavaizduoti keli impulsinės išlydžio lempos darbo ciklai: maitinimo srovės kitimas laike 11 bei dvi sinchroimpulsų (6, 7) sekos 12, 13. Pradedant nuo lempos įžiebimo momento 14, srovė lemposje teka per visą darbo laiką (nulinė srovės stiprio vertė žymima linija 15). Maitinimo srovės kreivė 11 yra sudaryta iš laiptuotų srovės impulsų 9, pavaizduotų Fig.2. Kiekvieno darbo ciklo pradžioje (pvz., taškas 16), į lempą tiekama pirmo lygio budinti maitinimo srovė  $I_0$ . Tai tęsiasi iki momento 17, kai į antrąją budinčios srovės šaltinį 3 ateina sinchronizacijos impulsas 6. Šaltinis 3 padidina lempai tiekiamos budinčios srovės stiprį iki antro lygio  $I_1$ . Kai po tam tikro vėlinimo laiko, kuris lygus  $t_1$ , pagrindinio išlydžio srovės šaltinį 4 pasiekia sinchronizacijos impulsas 7, antrasis budinčios srovės šaltinis 3 yra atjungiamas, ir tuo pat metu paleidžiamas pagrindinio išlydžio srovės šaltinio 4 impulsas. Pasibaigus pagrindiniam išlydžiui, lempai vėl tiekama pirmo lygio budinti maitinimo srovė  $I_0$ .

Šis išradimas neapsiriboja Fig.1 schema, pagal kurią dujų išlydžio lempa yra maitinama srovėmis, paduodamomis iš trijų atskirų srovės šaltinių. Galimi ir kiti pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdo variantai, nenukrypstantys nuo šio išradimo esmės. Fig.4 vaizduoja, kad impulsinė dujų išlydžio lempa 1 gali būti maitinama srovėmis, paduodamomis iš dviejų srovės šaltinių: budinčios srovės šaltinio 19 ir pagrindinio išlydžio srovės šaltinio 4. Budinčios srovės šaltinio 19 maitinimo srovė lygi budinčios srovės šaltinių 2 ir 3 iš Fig.1 srovių sumai. Apibendrintai galima sakyti, kad lempa yra maitinama srove, kurią išduoda maitinimo blokas 20, o perjungimas tarp jo skirtingų srovės lygių yra valdomas sinchroimpulsais 6, 7. Nepriklausomai nuo to, kiek yra lempos maitinimo srovės šaltinių, srovės kitimas laike atvaizduojamas kreivėmis, pavaizduotomis Fig.2 ir Fig.3.

Fig.5 pateikta blokinė schema, reikalinga dar vienam šio išradimo variantui realizuoti. Pagal ją, padidinto stiprio budinčios maitinimo srovės lygį reikia valdyti taip, kad prieš pagrindinį išlydį lempos varža pasiektų iš anksto numatytą vertę. Į schemą yra įtraukta grįžtamojo ryšio grandinė, kurios pagalba realiu laiku matuojama lempos varža ir valdoma budinčios maitinimo srovės stipris.

Kaip ir prieš tai buvusiuose variantuose, didžiąją darbo ciklo dalį lempa yra maitinama maža budinčia srove ( $I_0$ ). Kuomet ateina sinchroimpulsas 6, leidžiantis didinti budinčios srovės stiprį, maitinimo blokas 20 (arba antro lygio budinčios srovės šaltinis) pradeda didinti

budinčią maitinimo srovę, o kontroleris 21 pradeda matuoti įtampą tarp lempos elektrodų ir per lempą tekančią srovę. Iš momentinių įtampos ir srovės verčių nustatomos momentinės lempos varžos vertės.

Budinčios srovės stipris didinamas tol, kol lempos varža pasiekia iš anksto numatytą vertę. Kai lempos varža susilygina su minėta iš anksto numatyta verte, kontroleris 21 pasiunčia signalą į maitinimo bloką 20, kad būtų sustabdytas srovės stiprio didinimas. Ši padidinto stiprio ( $I_1$ ) budinti maitinimo srovė lempai tiekama iki pat pagrindinio išlydžio etapo.

Kai maitinimo bloką 20 pasiekia sinchroimpulsas 7, sugeneruojamas didelio stiprio ( $I_2$ ) pagrindinio išlydžio srovės impulsas. Prasidėjus pagrindinio išlydžio etapui, kontroleris 21 yra tuoj pat išjungiamas, kad įtampos ir srovės matavimas vyktų tik padidintos budinčios srovės etapo metu.

Laiko tarpas, per kurį lempos varža pasiekia numatytąją vertę, priklauso nuo budinčios srovės šaltinio ir lempos charakteristikų. Geriausia, kad suvėlinimo laikas  $t_1$  tarp sinchroimpulso 7, inicijuojančio pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsą  $I_2$ , ir sinchroimpulso 6, įjungiančio antro lygio budinčią srovę  $I_1$ , būtų kiek galima trumpesnis.

Dėl tam tikrų susvyravimų lempos varžos kitimo greitis gali skirtis tarp ciklų. Todėl  $t_1$  parenkamas šiek tiek ilgesnis už empiriškai nustatytą trukmę, kurios reikia, kad būtų pasiekta norima lempos varža. Tokiu atveju lempa pasieks tą pačią varžos vertę kiekvieno ciklo metu.

Minėtoji iš anksto numatyta lempos varžos vertė yra parenkama empiriškai pagal įtampos, krentančios ant lempos, kitimo laike formą. Priklausomai nuo varžos vertės budėjimo fazės pabaigoje, lempos įtampa pagrindinio išlydžio metu kinta skirtingai. Jei pagrindinio išlydžio etapas startuojamas lempai esant didelės varžos būsenoje, įtampos kitimo laike kreivė turi du maksimumus: iš pradžių įtampa labai didelė, paskui sumažėja, vėliau vėl išauga ir vėl sumažėja (žiūr. Fig.6A ). Toks įtampos kitimas yra nepageidautinas tiek dėl spinduliuotės nestabilumo, tiek dėl atsirandančių elektromagnetinių triukšmų. Jei pagrindinio išlydžio etapo pradžioje varža jau yra sumažinta, įtampa lempos kinta tolygiau: iš pradžių auga, o paskui mažėja (žiūr. Fig.6B ).

Fig.6A ir 6B pateiktos lempos įtampos, srovės ir varžos kitimo laike kreivės tipinei 4mm diametro ir 75mm ilgio išlydžio lempai. Kai prieš pat pagrindinio išlydžio etapą budinčios srovės stipris  $I_1=0,05A$ , pradinė lempos varža yra  $140\Omega$  eilės ( Fig. 6A). O kai  $I_1=10A$ , pradinė varža – apie  $4\Omega$  (Fig.6B ).

Budinčios maitinimo srovės padidinimas prieš pagrindinio išlydžio etapą atlieka lempos paruošimo, t.y. jonizacijos kanalo suformavimo ir stabilizavimo, funkciją. Taigi minėta numatytoji lempos varžos vertė, su kuria užtikrinamas stabilus išlydžio lempos darbas ir išvengiama didelių elektromagnetinių triukšmų, yra parenkama taip, kad įtampos kitimas laike atrodytų kaip Fig.6B.

Budinčios srovės stipris, su kuriuo gaunama tinkama įtampos kitimo laike forma, labai priklauso nuo lempos parametrų. Pavyzdžiui, 3mm diametro lempai užtenka 4A srovės, 4mm diametro – 5A, o 5mm – nuo 8A iki 10A. Tuo tarpu pradinės varžos vertė, su kuria įtampa kistų monotoniškai, įvairioms lempoms yra labai panaši, t.y. varža yra universalesnis parametras.

Fig.7A pavaizduota viena iš galimų budinčios srovės šaltinio, tiekiančio nustatytą pastovią lempos srovę, realizacijų. Tokio tipo įrenginys gali būti naudojamas kaip pirmo lygio budinčios maitinimo srovės šaltinis 2 arba kaip antro lygio budinčios maitinimo srovės šaltinis 3 (žiūr. Fig.1 ).

Budinčios maitinimo srovės šaltinį (2 arba 3) sudaro pastovios įtampos šaltinis 22, srovių sumavimo diodas 23, induktyvumo ritė 24, raktas 25, srovės matavimo rezistorius 26, atbulinės srovės diodas 27, RS trigeris 28, komparatorius 29 ir impulsų generatorius 30. Kaip teka srovė grandinėje priklauso nuo to, ar raktas 25 yra atidarytas (būsena „1“), ar uždarytas (būsena „0“). O rakto būseną yra valdoma RS trigerio pagalba.

Šaltinio veikimo principą nesunku suprasti iš Fig.7B diagramų. Jose pavaizduoti paleidimo signalas 31 bei impulsų generatoriaus (30), komparatoriaus (29) ir RS trigerio (28) išėjimo signalai 32-34, o taip pat srovės, tekančios grandinėje, kitimas laike 35.

Po maitinimo įjungimo (laiko momentas  $t = 0$ ) visi signalai yra būsenoje „0“, t.y. išjungti. Raktas 25 yra uždarytas ir srovė per lempą 1 neteka. Kai paduodamas paleidimo signalas 31, generatorius 30 pasiunčia trumpą impulsą į RS trigerio 28 „S“ įėjimą (signalas 32). Trigeris pereina į būseną „1“ (signalas 34), raktas 25 atsidaro, ir srovė pradeda tekėti iš šaltinio 22 per lempą 1, diodą 23, induktyvumo ritę 24, raktą 25 ir rezistorių 26. Kadangi šioje grandinėje yra induktyvumas, srovė auga santykinai lėtai ( $dI/dt = U/L$ , kur  $dI/dt$  – srovės augimo greitis,  $U$  – srovės šaltinio įtampa,  $L$  – ritės induktyvumas).

Grandinėje tekanti srovė yra matuojama srovės matavimo įrenginiu 36 ir komparatoriumi 29 lyginama su numatyta srovės verte  $I_{fiks}$ . Kai tik auganti srovė susilygina su  $I_{fiks}$  (žiūr.

diagramą 35), komparatoriaus išėjime (signalas 33) atsiranda loginis „1“, kuris perveda RS triggerį į būseną „0“, ir raktas 25 užsidaro. Kadangi grandinėje yra induktyvumo ritė, srovė negali staiga nutrūkti, ji pradeda tekėti per diodą 27. Taip panaudojama ritėje sukaupta energija. Taigi srovė teka per lempą 1, diodą 23, ritę 24, diodą 27. Kadangi šioje grandinėje nėra energijos šaltinio, srovė silpnėja. Po nustatyto laiko ateina sekantis impulsas iš generatoriaus 30, ir ciklas prasideda iš naujo. Parametras, nuo kurio priklauso, koku tikslumu palaikoma fiksuota srovės vertė, yra impulsų generatoriaus (30) taktinis dažnis  $f_i$ .

Paleidimo signalas 31 ateina iš centrinio kontrolerio. Pirmo lygio budinčios srovės šaltiniui 2, paleidimo signalo 31 įjungta/išjungta būseną reiškia darbo pradžia/pabaiga. Antro lygio budinčios srovės šaltiniui 3, paleidimo signalas 31 yra įjungtoje būsenoje nuo sinchroimpulso 6 atėjimo iki sinchroimpulso 7 atėjimo.

Fig.8 pavaizduotas, kaip galėtų būti realizuotas padidinto stiprio budinčios maitinimo srovės šaltinis pagal antrąjį šio išradimo variantą. Tiekiamos srovės stipris turi būti toks, kad lempos varža susilygintų su iš anksto numatyta verte. Įtampos ir srovės matavimo įrenginiais 37 ir 38 realiu laiku matuojama įtampa ant lempos 1 elektrodų ir per lempą 1 tekančios srovės stipris. Duomenys siunčiami į mikrokontrolerį 21, kuris iš momentinių įtampos ir srovės verčių apskaičiuoja varžą; nustatytą momentinę lempos varžos vertę lygina su iš anksto numatyta varžos verte  $R_{fiks}$ . Kol varža yra per didelė, RS triggeris laiko raktą atidarytą, ir srovės auga. Lempos 1 varžai pasiekus  $R_{fiks}$ , mikrokontroleris 21 pasiunčia impulsą į RS triggerio „R“ įėjimą, kad būtų sustabdytas srovės augimas. Tolimesnis pastovios varžos vertės palaikymas atliekamas analogiškai, kaip jau buvo aprašytas pastovios srovės palaikymas (žiūr. Fig.7B aprašymą).

Fig.7A ir Fig.8 pateiktos schemos yra tik galimi, tačiau ne vieninteliai, budinčios maitinimo srovės šaltinių pavyzdžiai būdai pagal šį išradimą realizuoti.

Apibendrinant galima pasakyti, kad tiek pirmajame, tiek antrajame šio išradimo variante budinčios srovės padidėjimas budėjimo fazės pabaigoje paruošia lempą pagrindiniam išlydžiui. Pirmojo varianto kriterijus padidintos budinčios srovės stiprio vertei nustatyti – kad lempos kolba būtų tolygiai užpildyta plazma, – yra nustatomas specialiame stende, kuriame galima vizualiai stebėti išlydžio formą. Be to, kadangi lempų savybės kinta nuo lempos prie lempos ir kinta laike lempai degraduojant eksploatacijos metu, reikia nuo 10% iki 20% pastiprinti eksperimentiškai nustatytą srovės vertę. Tuo tarpu pasirinkus antrąjį šio išradimo



variantą, nepaisant sudėtingesnės schemos, reikiamo padidinto srovės stiprio nustatymas įvyksta nepriklausomai nuo lempos charakteristikų pasikeitimo.

Esant 10Hz impulsų pasikartojimo dažniui, krūvis, kuris pratekės budėjimo fazėje, lygus: 50mC – standartiniame sprendime su 0,5A budinčia srove, o mūsų sprendime – tik apie 6mC.

Esant 50Hz: standartiniame sprendime – 10mC, mūsų – iki 1,7mC;

100Hz: standartiniame sprendime – 5mC, mūsų – iki 1,5mC;

200Hz: standartiniame sprendime – 2,5mC, mūsų – apie 1mC.

Jei palyginsime su krūviu, kuris prateka lempos pagrindinio išlydžio metu, ( $500A \times 150\mu s = 75mC$ ), pamatysime, kad standartiniame sprendime budėjimo metu lempa yra eikvojama beveik taip pat kaip ir pagrindinio išlydžio metu. Mūsų sprendime veltui pratekančio krūvio kiekis sumažinamas nuo 2,5 iki 8 kartų. Kadangi lempos tarnavimo laikas priklauso ne tik nuo pratekančio krūvio, o ir nuo kitų faktorių, lempos tarnavimo laikas pailginamas mažiau. Esant 50Hz impulsų pasikartojimo dažniui, tipinės 4mm skersmens lempos tarnavimo laiką galima pailginti maždaug 2 kartus.

Panaudojant šio išradimo sprendimą, stabilumas taip pat nenukenčia. Prieš kiekvieną intensyvų išlydį užtikrinama, kad dujų plazma tolygiai pasiskirstytų lempos kolboje ir įtampos bei srovės fliktuacijos būtų kiek galima mažesnės.

Galima pasiekti, kad lempų, kurių parametrai yra skirtingi, tarnavimo laikas ir išlydžio stabilumas būtų vienodi. Net ir tos pačios lempos atveju, kuomet ji degraduoja laike, koreguojant budinčio lanko išlydžio parametrus, galima realizuoti ilgalaikį lempos išėjimo charakteristikų stabilizavimą.

Dar vienas galimas privalumas yra susijęs šio išradimo būdo panaudojimu lazerių kaupinimo lempoms maitinti. Elektrinės energijos vertimo į inversiją efektyvumas yra geresnis, kai budinčio lanko srovė yra didesnė. Nors skirtumas nelabai didelis, bet vis tiek yra. 78% - kai mažesnė srovė, 80% - kai didesnė srovė (4mm diametro, 75mm ilgio lempai).

Panaudojant šio išradimo sprendimą lazerių kaupinimo lempoms maitinti, pasiekiamas didesnis lazerinės spinduliuotės efektyvumas ir stabilumas. Be to, pagerintas impulsų pasirodymo laike stabilumas, užtikrina patikimesnį darbą kokybės moduliacijos režime. Impulsų pasirodymo laike tikslumas ypač svarbus sinchronizuojant greitą pavyzdėlio judėjimą su lazerio impulsais.

Visos pateiktos iliustracijos yra tik galimi, tačiau ne vieninteliai, pasiūlyto būdo realizacijos pavyzdžiai. Visos modifikacijos ir patobulinimai, nenukrypstantys nuo šio išradimo esmės ir apimties, yra saugomi šiuo išradimu.

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas, kai į impulsinę lempą tiekia pagrindinio išlydžio maitinimo srovės atitinkamai sinchronizuotus impulsus, kurie minėtoje lemposje sukelia pagrindinį išlydį, o tarpuose tarp minėtų pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinčią srovę, kurios stipris prieš pat pagrindinį maitinimo srovės impulsą yra padidinamas, besiskiriantis tuo, kad tarp minėtų pagrindinių lempos maitinimo impulsų tiekiamos budinčios maitinimo srovės stiprį ( $I_0$ ) palaiko galimai žemiausią, galintį užtikrinti, kad minėtoje lemposje išlydis neužgestų, o prieš kiekvieną pagrindinį maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) minėtos budinčios maitinimo srovės stiprį padidina iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ), kuris parenkamas toks, kad galėtų tolygiai užpildyti plazma visą minėtos impulsinės lempos kolbą, o kiekvieną pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) paleidžia sinchroimpulsu, suvėlintu per laiko intervalą  $t_1$  atžvilgiu sinchroimpulso, įjungiančio budinčios srovės padidinimą iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ).
2. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad minėtas laiko intervalas  $t_1$  yra galimai trumpiausias laiko intervalas, per kurį lempos kolba tolygiai užsipildo plazma.
3. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal 1 ir 2 punktus, besiskiriantis tuo, kad budinčios srovės antro lygio stipris ( $I_1$ ), kuriam esant lempos kolba tolygiai užsipildo plazma, ir trumpiausias laiko intervalas, per kurį lempos kolba tolygiai užsipildo plazma, priklauso nuo pasirinktos pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos parametrų ir yra nustatomas empiriškai.
4. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas, kai į impulsinę lempą tiekia pagrindinio išlydžio maitinimo srovės atitinkamą impulsų seką, kurie minėtoje lemposje sukelia pagrindinį išlydį, o tarpuose tarp minėtų pagrindinių maitinimo srovės impulsų į minėtą impulsinę lempą tiekia budinčią srovę, kurios stipris prieš kiekvieną minėtos impulsų sekos pagrindinį maitinimo srovės impulsą yra padidinamas, besiskiriantis tuo, kad tarp minėtų pagrindinių lempos maitinimo impulsų tiekiamos budinčios maitinimo srovės stiprį ( $I_0$ ) palaiko galimai žemiausią, galintį užtikrinti, kad minėtoje lemposje išlydis neužgestų, o prieš kiekvieną pagrindinį maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) vykdo budinčios maitinimo srovės stiprio padidinimą iki antro stiprio lygio ( $I_1$ ), kuris parenkamas toks, kad minėtos impulsinės lempos

varža pasiektų iš anksto numatytą vertę, prie kurios įtampos kitimas pagrindinio išlydžio metu minėtoje impulsinėje lempos prasadetų monotonišku augimu, o kiekvieną pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsą ( $I_2$ ) paleidžia sinchroimpulsu, suvėlintu per laiko intervalą  $t_1$  atžvilgiu sinchroimpulso, įjungiančio budinčios srovės didinimą iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ).

5. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad budinčios srovės didinimas iki antro lygio stiprio ( $I_1$ ) vykdomas realiu laiku per grįžtamąjį ryšį matuojant minėtos impulsinės lempos varžą tarp pagrindinių maitinimo srovės impulsų ir ją lyginant su iš anksto numatyta varžos verte.

6. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal 4 ir 5 punktus, besiskiriantis tuo, kad minėtas laiko intervalas  $t_1$  yra galimai trumpiausias laiko intervalas, kurio reikia lempos varžai pasiekti iš anksto numatytą vertę.

7. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal bet kurį iš 1-6 punktų, besiskiriantis tuo, kad pirmo lygio budinčios srovės stipris ( $I_0$ ), priklausomai nuo išlydžio lempos parametru, gali būti parinktas intervale nuo maždaug 10mA iki 100mA.

8. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal bet kurį iš 1-5 punktų, besiskiriantis tuo, kad antro lygio budinčios srovės stipris ( $I_1$ ), priklausomai nuo pasikartojančio išlydžio lempos parametru, gali būti intervale nuo maždaug 1A iki 20A.

9. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal bet kurį iš 1-6 punktų, besiskiriantis tuo, kad pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsų stipris ( $I_2$ ), priklausomai nuo pasikartojančio išlydžio lempos parametru, gali būti intervale nuo maždaug 100A iki 1000 A.

10. Pasikartojančio išlydžio impulsinės lempos maitinimo būdas pagal bet kurį iš 1-9 punktų, besiskiriantis tuo, kad antro lygio maitinimo srovei ( $I_1$ ) įjungti ir pagrindinio išlydžio maitinimo srovės impulsui ( $I_2$ ) paleisti naudoja vieną sinchroimpulsų šaltinį.

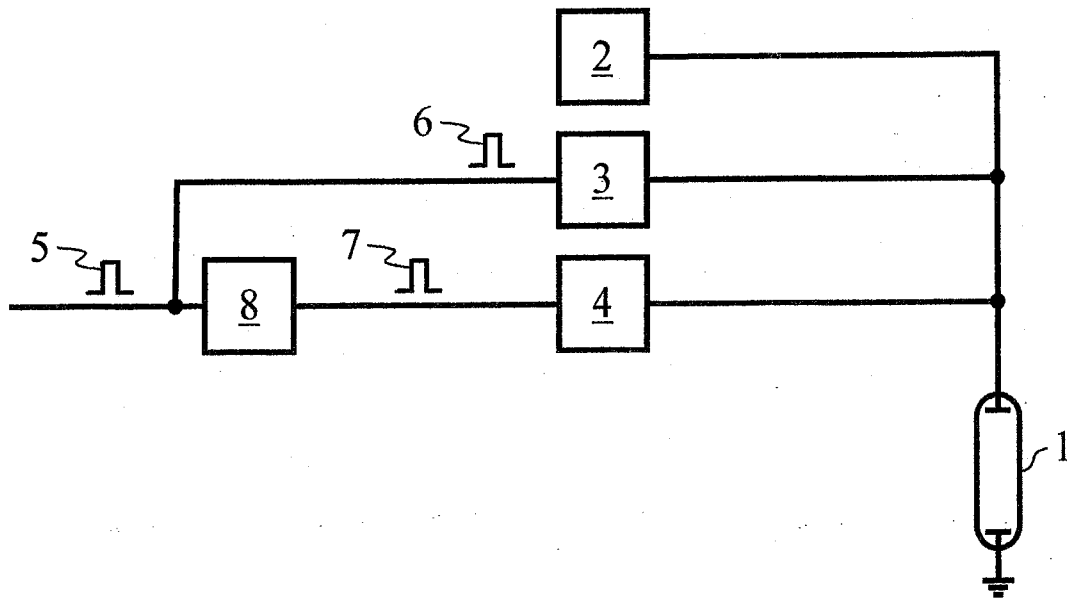


Fig.1

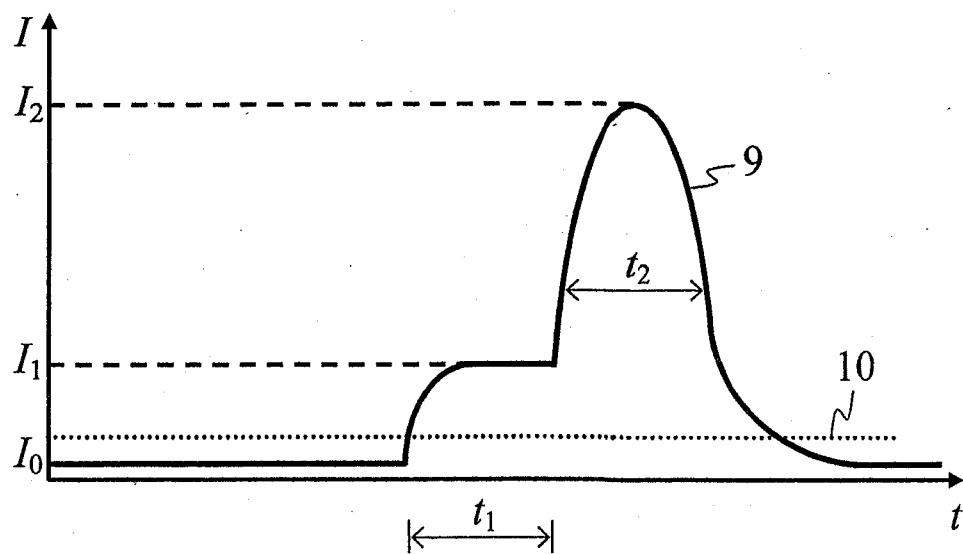
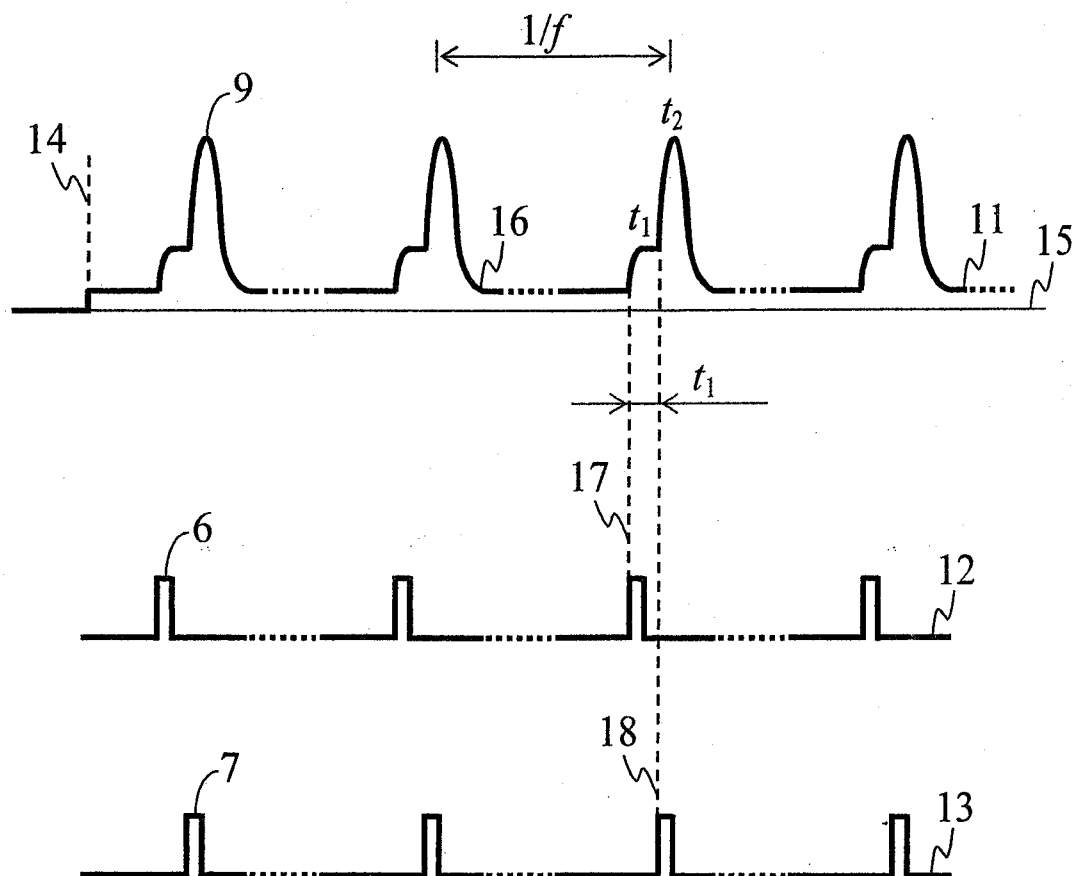
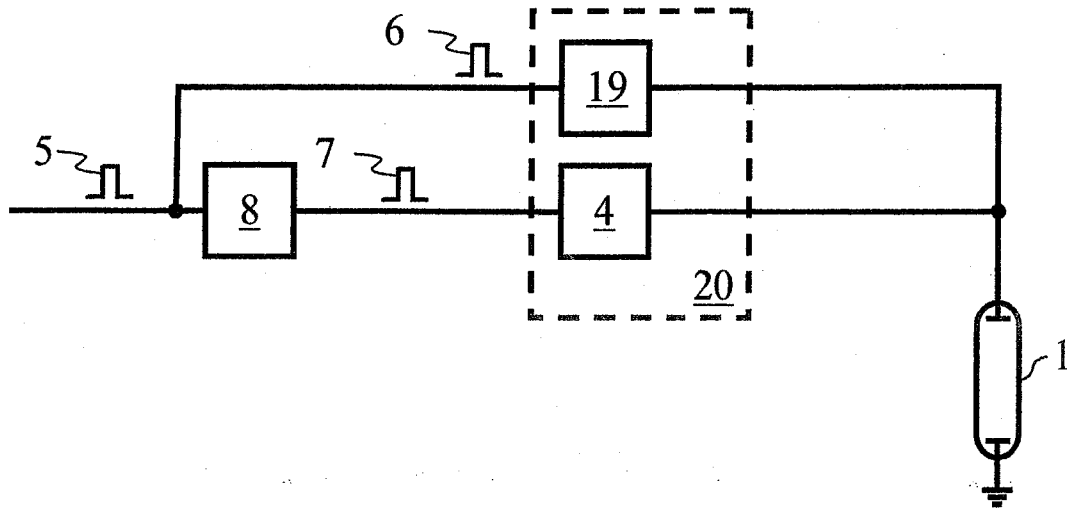


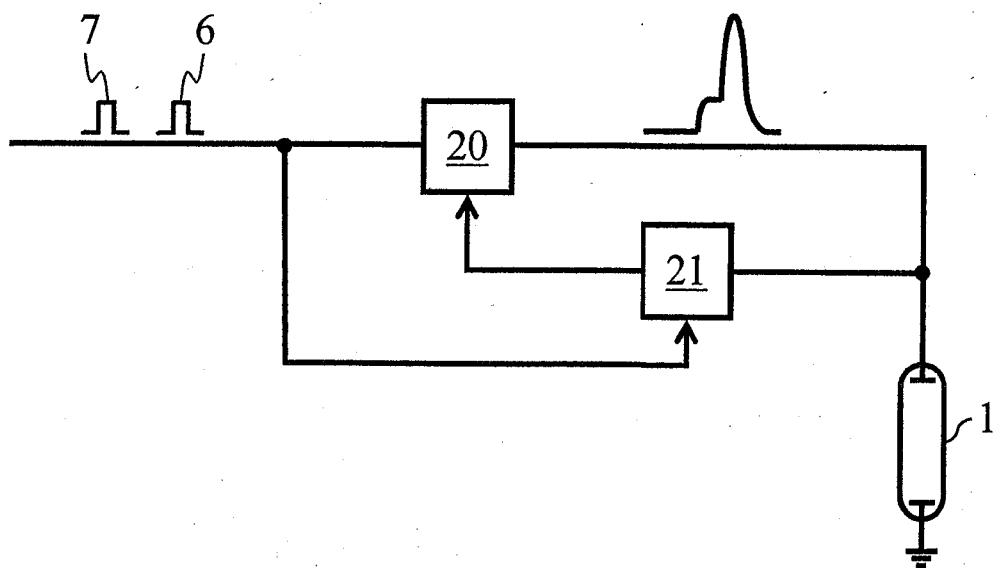
Fig.2



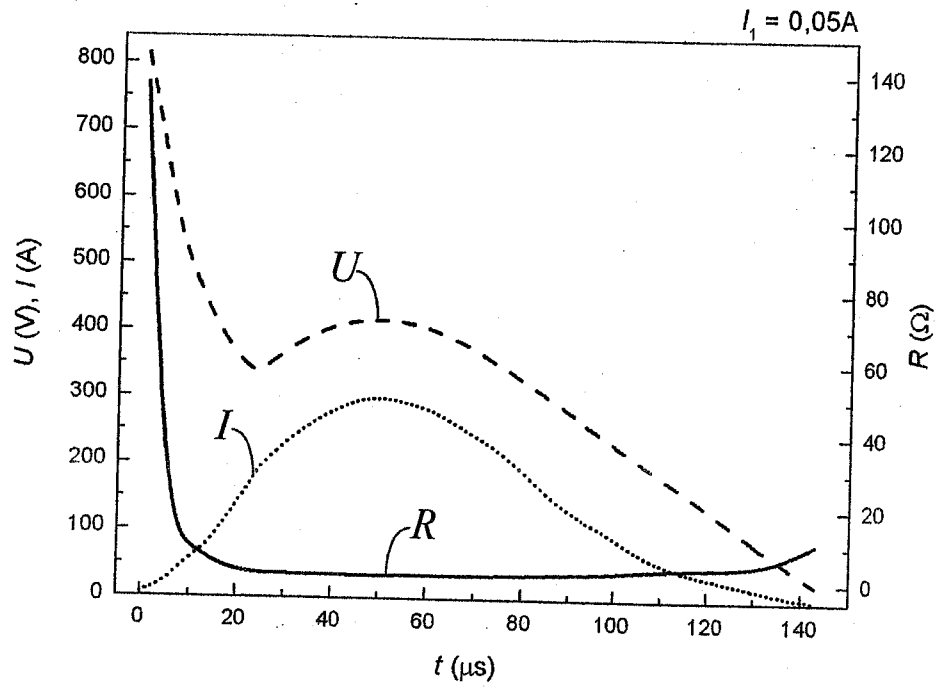
**Fig.3**



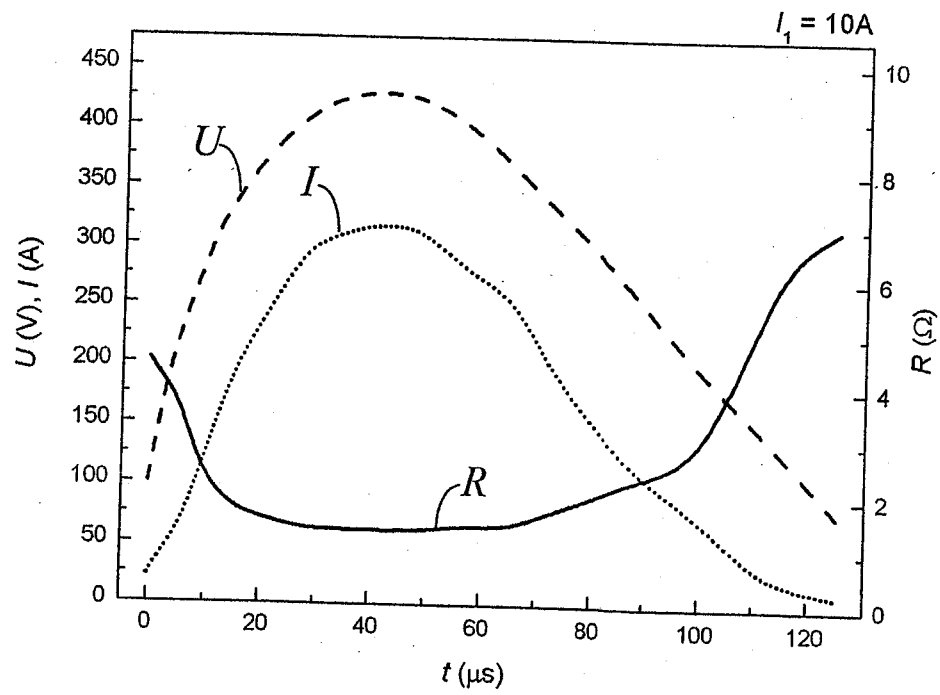
**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6A**



**Fig.6B**



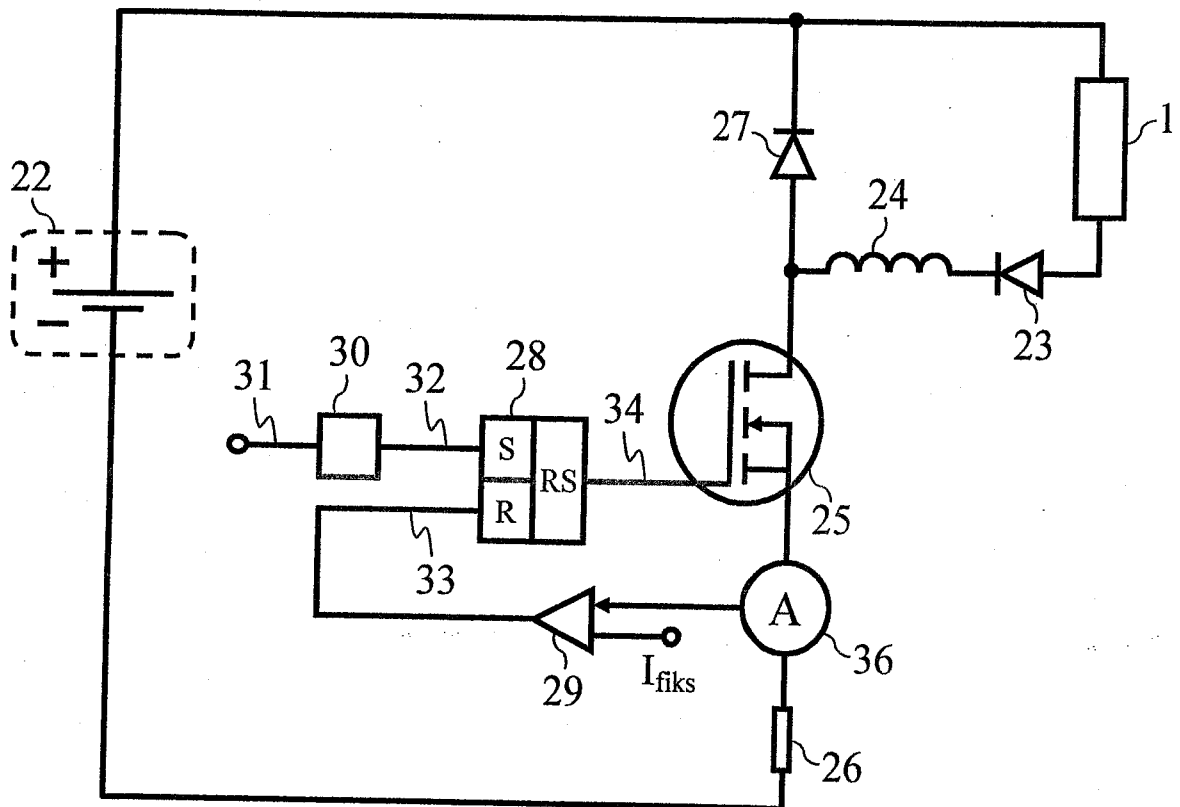


Fig.7A

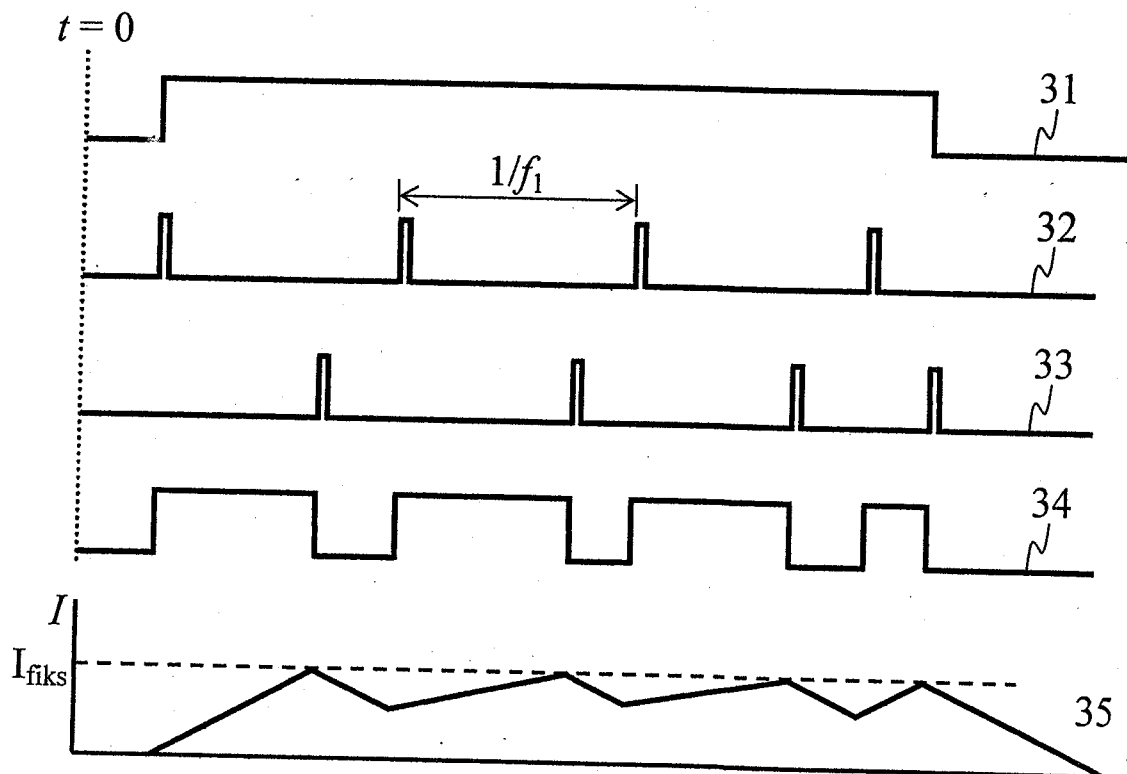
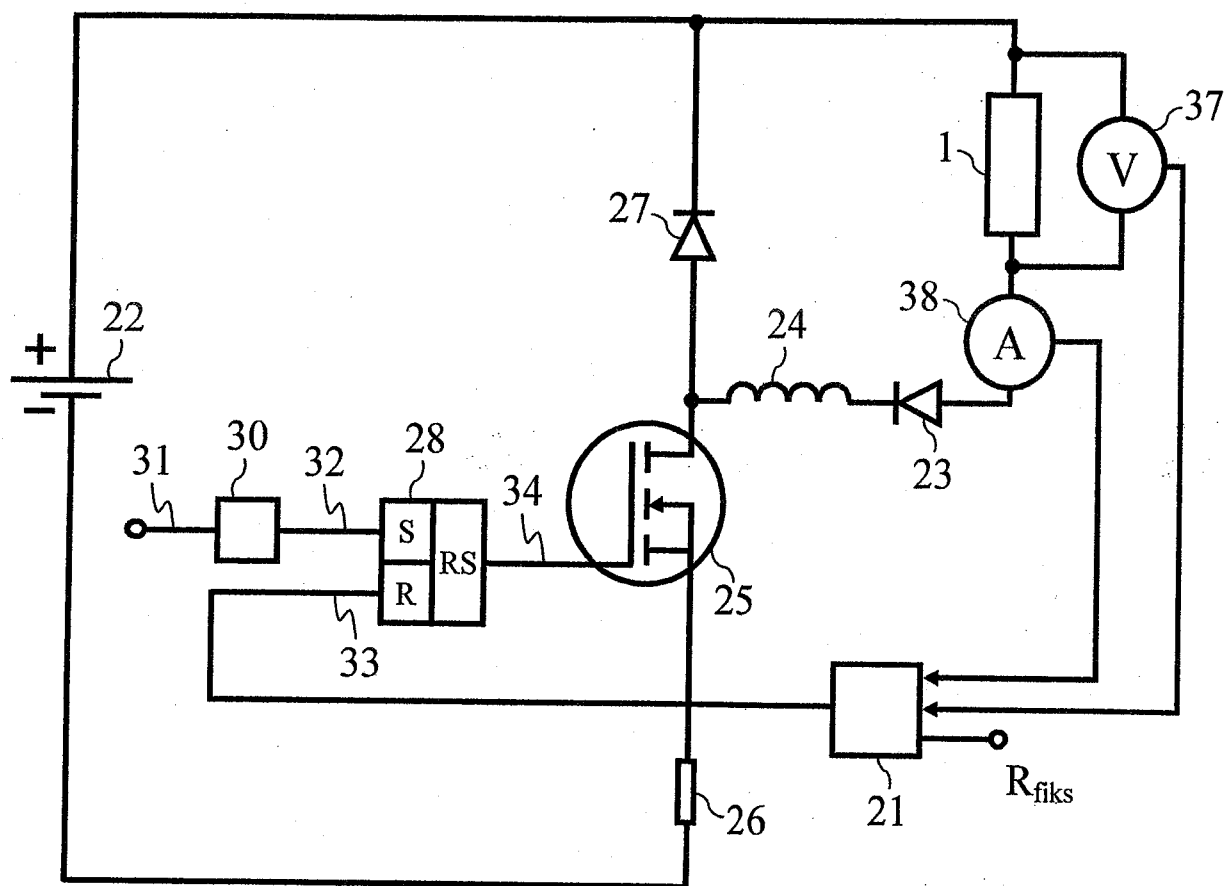


Fig.7B



**Fig.8**