

(19)



(10) **LT 5168 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5168**

(51) Int. Cl.⁷: **H01S 3/00**

(21) Paraiškos numeris: **2003 004**

(22) Paraiškos padavimo data: **2003 01 22**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2004 07 26**

(45) Patent paskelbimo data: **2004 10 25**

(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:

Laimutis JACINEVIČIUS, LT

Andrėjus MICHAILOVAS, LT

Eugenijus MURAUSKAS, LT

(73) Patent savininkas:

Uždaroji akcinė bendrovė „EKSPLA“, Savanorių pr. 231, 2028 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Virgina Adolfina DRAUGELIENĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Trumpųjų šviesos impulsų generatorius

(57) Referatas:

Išradimas priklauso kvantinės elektronikos sričiai, būtent lazeriams su reguliuojama impulso trukme, panaudojant priverstines šviesos atgalines sklaidas, ir gali būti taikomas kuriant lazerinius lokatorius, medžiagotyroje, įvairiose technologijose ir t.t. Trumpųjų šviesos impulsų generatorius turi vienoje optinėje ašyje išdėstytus ir optiškai susietus visiškai atspindintį veidrodį, kokybės moduliatorių, pirmąjį poliarizatorių, aktyviąją terpę su kaupinimo įtaisu, diafragmą ir išėjimo veidrodį, už kurio toliau išdėstyti fazę keičiantis elementas, objektyvas ir Brillouin'o aktyvioji terpė. Nauja yra tai, kad generatorius turi poliarizacijos valdymo bloką, greitąjį fotoimtuvą ir elektros impulsų generatorių, elektriškai susietą su kaupinimo įtaisu, o minėtas kokybės moduliatorius yra valdomas signalu iš poliarizacijos valdymo bloko, kurio valdymo įėjimai atitinkamai elektriškai susieti su impulsų generatoriaus ir greitojo fotoimtuvo išėjimais, kur minėto fotoimtuvo įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi.

Išradimas priklauso kvantinės elektronikos sričiai, būtent lazeriams su reguliojama impulso trukme, panaudojant priverstines šviesos atgalines sklaidas, ir gali būti taikomas kuriant lazerinius lokatorius, medžiagotyroje, įvairiose technologijose ir t.t.

Yra žinomas lazeris, spinduliuojantis reguliuojamos trukmės šviesos impulsus, turintis vienoje optinėje ašyje išdėstytus ir optiškai susietus užduodantį impulsinį lazerį, pasukamą veidrodį, poliarizatorių, Pokelso narvelį ir visiškai atspindintį veidrodį, o taip pat poliarizacijos sukimo bloką, kuris išpildydas kaip įtampos keitimo ant skirtingų Pokelso narvelio elektrodų blokas, turintis elektriškai susietus fotodiodus, greitąjį komparatorių, emiterinį kartotuvą, reguliuojamą vėlinimo liniją ir elektriškai su ja susietus du aukštavolčius raktus, prijungtus prie minėto Pokelso narvelio elektrodų. Impulso trukmė generatoriuje keičiama keičiant vėlinimą tarp aukštavolčių raktų atidarymo momentų (JAV patentas No. 4483005, H01S 3/10, 1984).

Artimiausias pagal techninę esmę siūlomam išradimui yra lazeris su impulsų kompresija, vienoje optinėje ašyje turintis išdėstytus ir optiškai susietus visiškai atspindintį veidrodį, kokybės moduliatorių, poliarizatorių, aktyviąją terpę su kaupinimo įtaisu, išėjimo veidrodį, už kurio yra fazę keičiantis elementas, teigiamo židinio pankratinis objektyvas, surinktas iš dviejų teigiamų lęšių, kurių vienas sumontuotas nejudamai, o kitas judamai, ir užpildytos Brillouin'o aktyviąją terpę kiuvetės. (TSRS išradimas No. 1795851 H01S 3/00, 1992)

Žinomo lazerio trūkumai yra šie:

- nėra galimybės tiksliai sinchronizuoti lazerio impulsą su išoriniu įvykiu;
- aukštos kaupinimo energijos;
- impulso energijos pakeitimas išėjime galimas tik pakeitus lazerio optinius elementus arba įvedus papildomus nuostolius, t.y. bloginant lazerio efektyvumą;
- aukštas depoliarizacinis fonas;
- nestabilios išėjimo impulsų charakteristikos.

Išradimu siekiama padidinti generuojamų trumpųjų impulsų sinchronizacijos su išoriniu įvykiu tikslumą t.y. gauti optinio impulso minimalų plaukiojimą laike elektrinio sinchroimpulso atžvilgiu, tuo pačiu gaunant maksimalų lazerio efektyvumą ir parametrų stabilumą.

Uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad trumpųjų šviesos impulsų generatorius, turintis vienoje optinėje ašyje išdėstytus ir optiškai susietus visiškai atspindintį veidrodį, kokybės moduliatorių, pirmąjį poliarizatorių, aktyviąją terpę su kaupinimo įtaisu, diafragmą ir išėjimo veidrodį, už kurio toliau išdėstyti fazę keičiantis elementas, objektyvas ir Brillouin'o aktyvioji terpė, papildomai turi poliarizacijos valdymo bloką, greitąjį fotoimtuvą ir elektros impulsų generatorių, elektriškai susietą su kaupinimo įtaisu, o minėtas kokybės moduliatorius yra valdomas signalu iš poliarizacijos valdymo bloko, kurio valdymo įėjimai atitinkamai elektriškai susieti su impulsų generatoriaus ir greitojo fotoimtuvo išėjimais, kur minėto fotoimtuvo įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi, be to optinėje ašyje už pirmojo poliarizatoriaus prieš aktyviąją terpę yra patalpinta pirmoji ketvirčio bangos plokštelė, o už aktyviosios terpės išdėstyta antroji ketvirčio bangos plokštelė, prieš išėjimo veidrodį patalpintas spektrą siaurinantis elementas, už išėjimo veidrodžio optinėje ašyje patalpintas antrasis poliarizatorius, o objektyvas yra kintamo arba fiksuoto židinio.

Optinėje ašyje esančio kokybės modulatoriaus valdymas nuo sinchronizacijos impulsų iš generatoriaus padidina generuojamų trumpųjų šviesos impulsų sinchronizacijos tikslumą su išoriniu įvykiu, t.y. leidžia gauti optinio impulso minimalų plaukiojimą laike elektrinio sinchronizacijos impulso atžvilgiu. Papildomas generuojamos šviesos valdymas signalu iš greitojo fotoimtuvo kartu su spektro siaurinančiu elementu ir dviem fazinėm plokštelėm užtikrina glotnaus šviesos impulso generaciją tuo pačiu gaunant maksimalų lazerio efektyvumą ir parametrų stabilumą Brillouin'o sklaidos metu.

Valdomą kokybės moduliatorių sudaro pirmasis ir antrasis elektrooptiniai kristalai, išdėstyti optinėje ašyje tarp visiškai atspindinčio veidrodžio ir pirmojo poliarizatoriaus, o poliarizacijos valdymo bloką sudaro du atskiri poliarizacijos valdymo blokai, pirmojo poliarizacijos valdymo bloko išėjimas elektriškai susietas su pirmuoju elektrooptiniu kristalu, o įėjimas - su impulsų generatoriumi, o antrojo poliarizacijos valdymo bloko išėjimas elektriškai susietas su antruoju elektrooptiniu kristalu, o įėjimai atitinkamai su impulsų generatoriumi ir greituoju fotoimtuvu, kurio įėjimas optiškai susietas su minėtu pirmuoju poliarizatoriumi.

Tokiu būdu prie įprasto elektrooptinio rezonatoriaus kokybės valdymo, kurio funkcija atlieka pirmasis elektrooptinis kristalas su poliarizacijos valdymo bloku, prisideda rezonatoriaus kokybės valdymas proporcingai šviesos kiekiui, pataikančiam į greitąjį fotoimtuvą. Šį valdymą atlieka antrasis elektrooptinis kristalas ir antrasis poliarizacijos valdymo blokas, kuriems veikiant šviesos energija rezonatoriuje palaikoma žemame lygyje ilgesnį laiką nei įprastame rezonatoriuje ir, kompleksiškai veikiant spektrą siaurinančiam elementui ir porai ketvirčio bangos ilgio fazinių plokštelių, užtikrinamas rezonatoriaus vieno nuosavo dažnio išskyrimas. Pirmuoju elektrooptiniu kristalu ir poliarizacijos valdymo bloku įjungus rezonatorių silpnas vienadažnis užkratas sustiprinamas ir išspinduliuojamas impulsas su glotniąja gaubiamąja. Šis impulsas siunčiamas į Brillouin'o aktyviąją terpę ir laike suspaudžiamas.

Valdomą kokybės moduliatorių sudaro vienas daugiaelektroodinis elektrooptinis kristalas, valdomas iš vieno poliarizacijos valdymo bloko, kurio pirmasis įėjimas elektriškai susietas su impulsų generatoriaus išėjimu tiesiogiai, o antrasis jo įėjimas elektriškai susietas su impulsų generatoriumi per papildomą poliarizacijos valdymo bloką ir tiesiogiai su greituoju fotoimtuvu, kurio įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi.

Šis techninis sprendimas leidžia supaprastinti generatoriaus konstrukciją.

Spektrą siaurinantis elementas patalpintas į termostatą. Tai leidžia užtikrinti ilgalaikį lazerio stabilumą.

Spektrą siaurinantį elementą ir išėjimo veidrodį sudaro vienas išėjimo veidrodis, turintis spektrą siaurinančias savybes. Tai leidžia supaprastinti lazerio konstrukciją.

Išradimas detaliau paaiškinamas brėžiniais, kur:

Fig. 1 - pavaizduota siūlomo lazerio bendra principinė schema;

Fig. 2 - pavaizduotas siūlomo lazerio principinės schemos 1 - mas variantas;

Fig. 3 - pavaizduotas siūlomo lazerio principinės schemos 2 - as variantas;

Fig. 4 - pavaizduotos lazerio (Fig.2) darbo diagramos;

Fig. 5 - pavaizduotos lazerio (Fig.3) darbo diagramos.

Trumpųjų impulsų lazerį sudaro vienoje optinėje ašyje išdėstyti ir optiškai susieti visiškai atspindintis veidrodys 1, valdomas kokybės modulatorius 2, poliarizatorius 3, diafragma 4, ketvirčio bangos ilgio fazinė plokštelė 5, aktyvioji terpė 6 su kaupinimo įtaisu 7, ketvirčio bangos ilgio fazinė plokštelė 8, spektrą siaurinantį elementą 9, išėjimo veidrodys 10, už kurio toliau yra poliarizatorius 11, ketvirčio bangos ilgio fazinė plokštelė 12, teigiamo kintamojo židinio objektyvas 13, kiuvetė su Brillouin'o aktyviaja terpe 14. Poliarizatorius 3 optiškai susietas su greitojo fotoimtuvo 15 įėjimu, kurio išėjimas elektriškai susietas su poliarizacijos valdymo bloko 16 pirmuoju įėjimu. Antrasis poliarizacijos valdymo bloko 16 įėjimas susietas su impulsų generatoriaus 17 išėjimu, kurio kitas išėjimas susietas su kaupinimo įtaisu 7 (sužadinimo elementu).

Fig. 2 pavaizduoto trumpųjų impulsų lazerio valdomą kokybės moduliatorių 2 sudaro optinėje ašyje tarp visiškai atspindinčio veidrodžio 1 ir poliarizatoriaus 3 išdėstyti du elektrooptiniai kristalai 18 ir 19, o poliarizacijos valdymo bloką sudaro atitinkamai du poliarizacijos valdymo blokai 20 ir 21. Generatoriaus 17 vienas išėjimas per poliarizacijos valdymo bloką 20 elektriškai susietas su elektrooptinio kristalo 18 valdymo įėjimu, o generatoriaus 17 kitas išėjimas per poliarizacijos valdymo bloką 21 susietas su elektrooptinio kristalo 19 valdymo įėjimu. Poliarizacijos valdymo bloko 21 kitas įėjimas elektriškai susietas su greitojo fotoimtuvo 15 išėjimu.

Fig. 3 pavaizduoto trumpųjų impulsų lazerio valdomą kokybės moduliatorių 2 sudaro optinėje ašyje tarp visiškai atspindinčio veidrodžio 1 ir poliarizatoriaus 3 išdėstytas daugiaelektroodinis elektrooptinis kristalas 22, valdomas iš vieno poliarizacijos valdymo bloko 23, kurio vienas įėjimas elektriškai susietas su generatoriaus 17 atitinkamu išėjimu, o kitas jo įėjimas elektriškai susietas su greitojo fotoimtuvo 15 išėjimu ir per papildomą poliarizacijos valdymo bloką 24 su generatoriaus 17 kitu išėjimu.

Trumpųjų impulsų lazeris dirba toliau aprašytu būdu. Laiko momentu t_1 (Fig.4) kaupinimo įtaisu 7 pradedama kaupinti aktyvioji terpė 6. Srovė I_{IL} , tekanti per kaupinimo įtaiso 7 impulsinę lempą, parodyta Fig.4 viršutinėje diagramoje. Tuo pačiu laiko momentu t_1 į pirmojo elektrooptinio kristalo 18 elektrodus perduodama įtampa U_1 (Fig. 4), o rezonatoriaus kokybė sumažėja iki tokio lygio, kad generacija prasideda tik esant aktyviojoje terpeje 6 maksimaliai inversijai (laiko momentas t_2 , Fig. 4). Prasidėjus generacijai, atsispindėjusios nuo poliarizatoriaus 3 dalis šviesos patenka į greitąjį fotoimtuvą 15, kuris per poliarizacijos valdymo bloką 21, proporcingai generacijos amplitudei, perduoda įtampą į antrąjį elektrooptinį kristalą 19, o dėl to padidėja rezonatoriaus nuostoliai (laikinė diagrama U_2 , Fig. 4.). Aktyviojoje terpeje 6 vykstant stiprinimui ir veikiant fotoimtuvo valdomiems nuostoliams rezonatoriuje nusistovi pastovus generacijos lygis (diagrama E, t_2 - t_3 , Fig.4.). Esant tokiai generacijai ir veikiant spektriniam selektoriui 9 susidaro sąlygos generuoti tik vieną rezonatoriaus nuosavąjį dažnį. Laiko momentu t_3 nuo pirmojo ir antrojo elektrooptinių kristalų 18 ir 19 nuimamos įtampos U_1 , U_2 (diagramose U_1 ir U_2 , Fig. 4). Nuostoliai rezonatoriuje sumažėja iki nulio ir išsivysto galingas vienadažnis impulsas su glotniaja gaubiamąja. Išėjęs iš rezonatoriaus šis galingas impulsas praeina poliarizatorių 11, ketvirčio bangos ilgio fazinę plokštelę 12 ir objektyvu 13 sufokusuojamas į Brillouin'o aktyviają terpę 14. Įvykus priverstinei Brillouin'o sklaidai apie 20 kartų sutrumpėjęs impulsas grįžta atgal per objektyvą 13, ketvirčio bangos ilgio fazinę plokštelę, kuri pakeičia poliarizaciją ir atsispindi nuo poliarizatoriaus 11. Kadangi visi generacijos ir valdymo procesai sinchronizuoti generatoriumi 17, todėl iš poliarizatoriaus išeinantis lazerinės spinduliuotės impulsas yra tiksliai sinchronizuotas su sinchroimpulsu t_3 (diagrama "Gen", Fig.4).

Trumpųjų impulsų generatorius pavaizduotas Fig.3, kuriame valdomo kokybės modulatoriaus funkcijas atlieka vienas daugiaelektrodinis elektrooptinis kristalas 22, valdomas vienu poliarizacijos valdymo bloku 23. Papildomas poliarizacijos valdymo blokas 24, kurio tikslas palaikyti pastovų generacijos vystymosi laiką t_2-t_3 (Fig. 4), užtikrina ilgalaikį stabilumą. Šio generatoriaus darbo laikinė diagrama pavaizduota Fig.5. Laiko momentu t_1 kaupinimo įtaisu 7 pradedama kaupinti aktyvioji terpė 6. Srovė I_{IL} , kuri teka per kaupinimo įtaiso impulsinę lempą, parodyta Fig.5 viršutinėje diagramoje. Tuo pačiu laiko momentu į elektrooptinį kristalą 22 perduodama įtampa U (Fig. 5), kuri sumažina rezonatoriaus kokybę iki tokio lygio, kad generacija prasideda tik esant maksimaliai inversijai aktyviojoje terpėje 6 (laiko momentas t_2 , E diagramoje, Fig. 5.). Prasidėjus generacijai, atsispindėjusios nuo poliarizatoriaus 3 dalis šviesos patenka į greitąjį fotoimtuvą 15, kuris per poliarizacijos valdymo bloką 23 į elektrooptinį kristalą 22 perduoda įtampą U , kuri valdoma proporcingai laikui t_2-t_3 . Pailgėjus laikui t_2-t_3 , įtampa didinama, o sutrumpėjus – mažinama (ΔU diagramoje U , Fig.5). Tokiu būdu užtikrinamas pastovus laikas t_2-t_3 , o tai labai svarbu siekiant gero generuojamų impulsų energetinio stabilumo.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Trumpųjų šviesos impulsų generatorius, turintis vienoje optinėje ašyje išdėstytus ir optiškai susietus visiškai atspindintį veidrodį, kokybės moduliatorių, pirmąjį poliarizatorių, aktyviąją terpę su kaupinimo įtaisu, diafragmą ir išėjimo veidrodį už kurio toliau išdėstyti fazę keičiantis elementas, objektyvas ir Brillouin'o aktyvioji terpė, besiskiriantis tuo, kad turi poliarizacijos valdymo bloką, greitąjį fotoimtuvą ir elektros impulsų generatorių, elektriškai susietą su kaupinimo įtaisu, o minėtas kokybės moduliatorius yra valdomas signalu iš poliarizacijos valdymo bloko, kurio valdymo įėjimai atitinkamai elektriškai susieti su impulsų generatoriaus ir greitojo fotoimtuvo išėjimais, kur minėto fotoimtuvo įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi, be to optinėje ašyje už pirmojo poliarizatoriaus prieš aktyviąją terpę yra patalpinta pirmoji ketvirčio bangos plokštelė, o už aktyviosios terpės išdėstyta antroji ketvirčio bangos plokštelė, prieš išėjimo veidrodį patalpintas spektrą siaurinantis elementas, už išėjimo veidrodžio optinėje ašyje patalpintas antrasis poliarizatorius, o objektyvas yra kintamo arba fiksuoto židinio.
2. Generatorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad valdomą kokybės moduliatorių sudaro pirmasis ir antrasis elektrooptiniai kristalai, išdėstyti optinėje ašyje tarp visiškai atspindinčio veidrodžio ir pirmojo poliarizatoriaus, o poliarizacijos valdymo bloką sudaro du atskiri poliarizacijos valdymo blokai, kur pirmojo išėjimas elektriškai susietas su pirmuoju elektrooptiniu kristalu, o įėjimas - su impulsų generatoriumi, o antrojo išėjimas elektriškai susietas su antruoju elektrooptiniu kristalu, o įėjimai atitinkamai su impulsų generatoriumi ir greituoju fotoimtuvu, kurio įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi.
3. Generatorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad kokybės moduliatorių sudaro vienas daugiaelektrodinis elektrooptinis kristalas, valdomas iš vieno poliarizacijos valdymo bloko, kurio pirmasis įėjimas elektriškai susietas su impulsų generatoriaus išėjimu tiesiogiai, o antrasis jo įėjimas elektriškai susietas su impulsų generatoriumi per papildomą poliarizacijos valdymo bloką ir tiesiogiai susietas su greituoju fotoimtuvu, kurio įėjimas optiškai susietas su pirmuoju poliarizatoriumi.
4. Generatorius pagal 1 - 3 punktus, besiskiriantis tuo, kad spektrą siaurinantis elementas patalpintas į termostatą.
5. Generatorius pagal 1 - 4 punktus, besiskiriantis tuo, kad spektrą siaurinantį elementą ir išėjimo veidrodį sudaro vienas išėjimo veidrodis, turintis spektrą siaurinančias savybes.

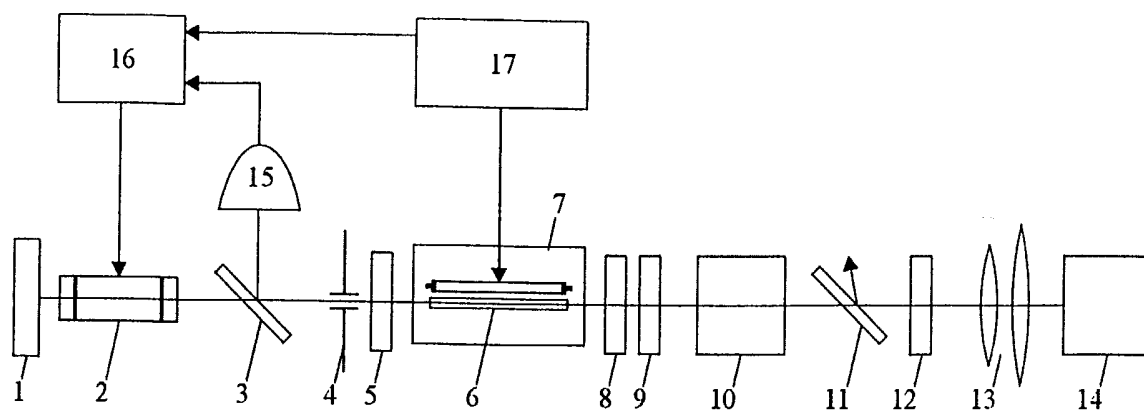


Fig.1

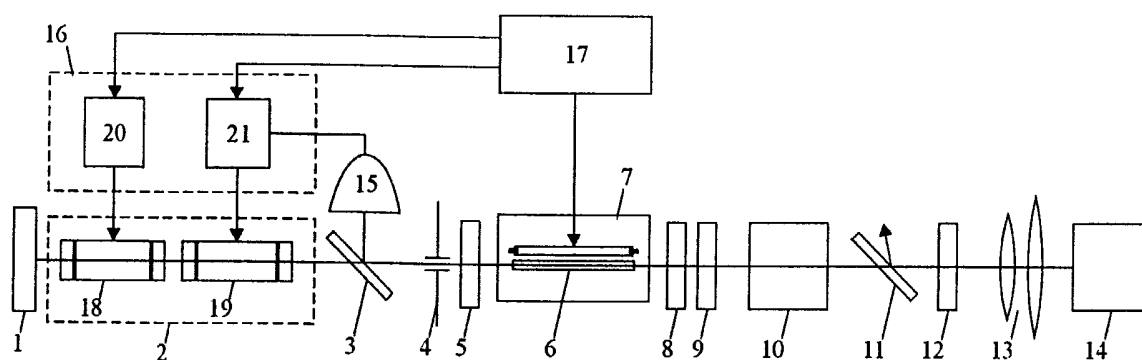


Fig.2

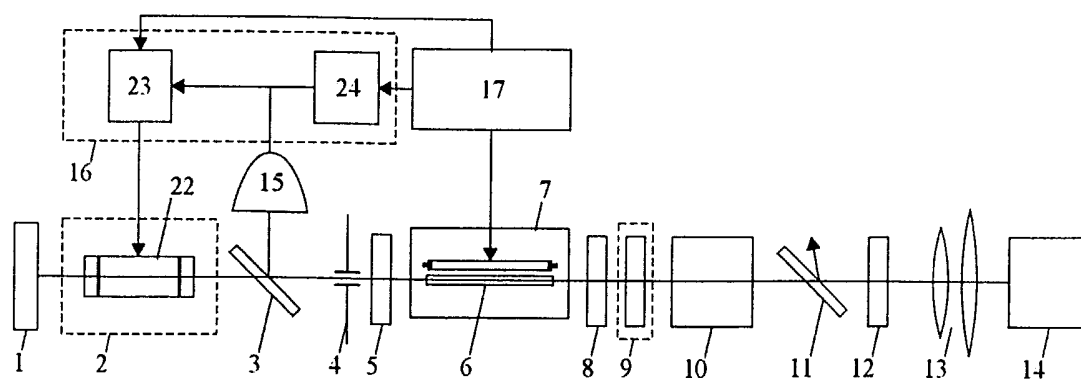


Fig. 3

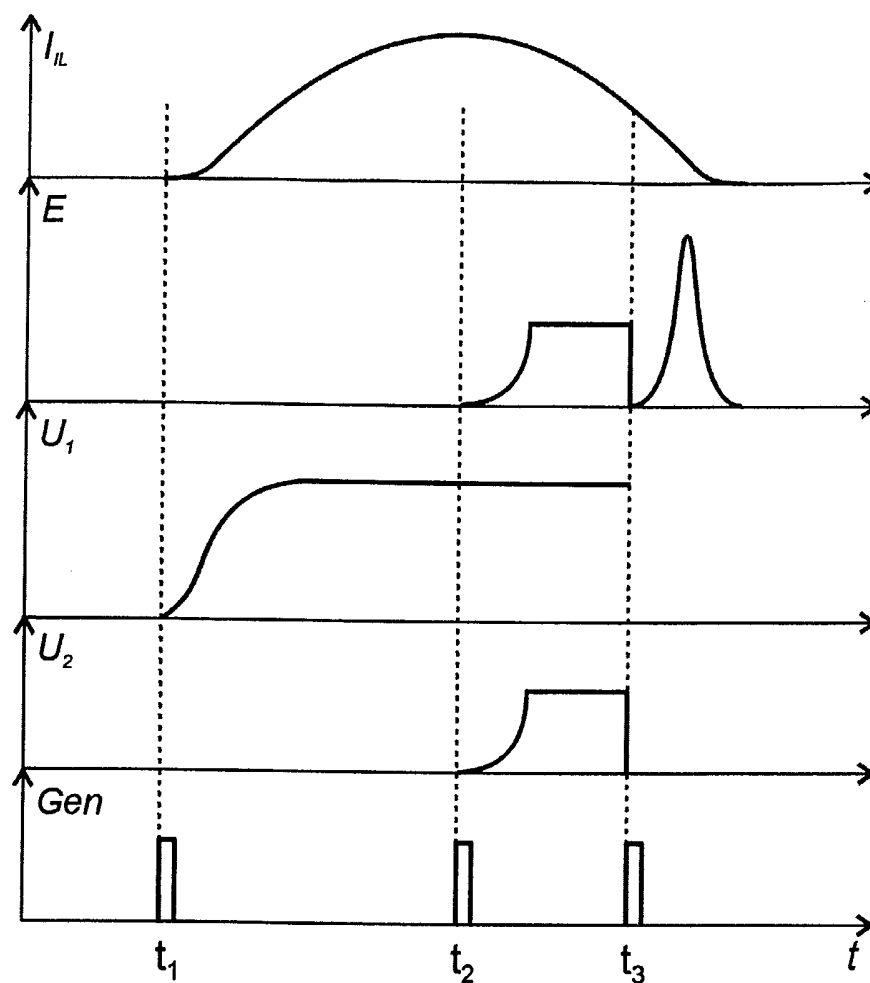


Fig. 4

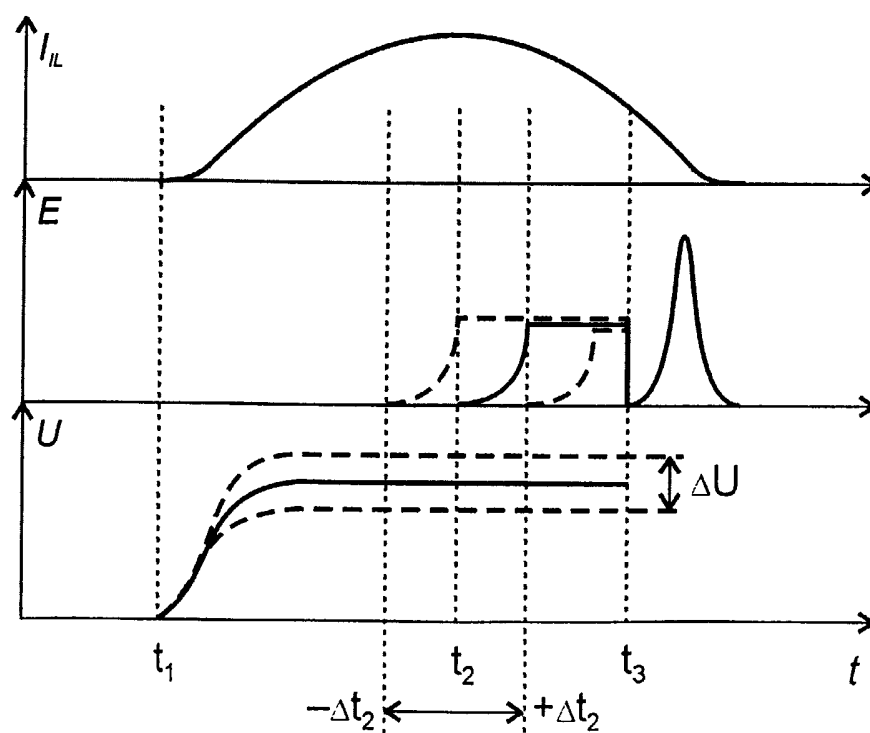


Fig. 5