

(19)



(10) **LT 4966 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **4966**

(51) Int. Cl.⁷: **G01C 5/02**

(21) Paraiškos numeris: **2000 113**

(22) Paraiškos padavimo data: **2000 12 04**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2002 06 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2002 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:

Vytautas GINIOTIS, LT
Jonas SKEIVALAS, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

—

(54) Pavadinimas:

Nivelyras

(57) Referatas:

Išradimas priklauso matavimo technikos sričiai ir yra skirtas paviršiaus reljefo niveliavimui. Nivelyras susideda iš niveliavimo prietaiso (1) (Fig. 1), kuris per horizontalią ašį (5) sujungtas su stovu (2), prie kurio pritvirtintas kampo keitiklio (4) korpusas. Kampo keitiklio (4) velenas sujungtas su niveliavimo prietaiso ašimi (5). Tam tikru atstumu nuo niveliavimo prietaiso yra vertikaliai pastatyta matuoklė (3), turinti vieną, du arba tris brūkšnius, tarp kurių yra kalibruoti atstumai. Vizavimo patogumui išilgai matuoklės ašies yra išilginis brūkšnys. Siūlomo išradimo esmė yra tai, kad matuoklė turi tik vieną, du arba tris brūkšnius, o niveliavimo prietaisas turi du fotoelementus, fotoelementai įtvirtinti slankiojančiame korpuse, sujungtame su linijinio poslinkio matavimo keitikliu, be to, niveliavimo prietaisas turi horizontalią ašį, apie kurią gali sukristi matavimo prietaisas stovo atžvilgiu, sujungtą su kampo keitiklio velenu, o kampo keitiklis pritvirtintas prie prietaiso stovo.

1. Technikos sritis, kuriai skiriamas išradimas.

Išradimas priklauso matavimo technikos ir technologijos sričiai. Konkrečiau, išradimas priklauso geodezinių parametrų matavimui. Žinomi matavimo įrenginiai, skirti geodezinių niveliavimo dydžių nustatymui – vizualiniai ir automatizuoti nivelyrai ir tachometrai.

Siūlomas įrenginys gali būti skiriamas ir prie kitų matavimų srities, kurių metu yra nustatoma objekto padėtis ant Žemės arba erdvėje, pvz., aviacijoje, matuojant orlaivio padėtį nusileidimo arba kilimo metu. Artimiausiu siūlomo įrenginio analogu yra skaitmeninis nivelyras Wild NA2000, NA2002 ir NA3003.

2. Technikos lygis.

Elektroninių nivelyrų konstrukcijų evoliucija yra aprašyta literatūroje “Surveying science in Finland (SSF)”, 1-2, 1996 p. 70-85; Hilmar Ingensand, The evolution of digital levelling techniques – limitations and new solutions / Geodesy Surveying in the Future, The Importance of Heights, Gävle, Sweden, 15-17 March, 1999, p. 59-68.

Nivelyrai susideda iš matuoklių – apie 4 m ilgio strypo su brūkšniniu kodu ir niveliavimo prietaiso (NP), kurio optinė ašis yra nukreipiama į matuoklę matavimo metu. NP susideda iš korpuso, tvirtinamo ant stovo, optinės dalies, susidedančios iš teleskopinės arba reguliuojamos židinio atstumo lęšių, padėties sensoriaus, susidedančio iš fotoelementų matricos, turinčios iki 256 elementų (pikselių), kompensatoriaus, matuojančio fokusavimo lęšio poslinkį, šviesos srautą dalinančios prizmės, mikroprocesoriaus vaizdo signalo apskaičiavimui į ilgį iki matuoklio ir jos aukštį. Brūkšninis kodas nuo matuoklės patenka į fotoelementų matricą, iš kurios išėjimo signalas yra lyginamas su kodiniu signalu, saugomu mikroprocesoriaus atmintyje. Pagal kodinių signalų sutapimą ties NP optine ašimi yra registruojama matuoklės aukščio padėtis. Brūkšninis kodas yra kintamas visame matuoklės ilgyje ir bet kuriame optinės ašies taške jis atitinka tik tam tikrą matuoklės vietą, t.y., jos aukštį, kai matuoklė yra pastatyta vertikaliai ant niveliuojamo paviršiaus. Atėjęs į NP vaizdo signalas nuo matuoklės ir fotoelementų mikroprocesoriuje yra apdorojamas sulyginant jį su atmintyje saugomu kodiniu signalu koreliaciniu (nivelyruose Wild NA2000/2002/3000/3003), geometrinu metodu (Zeiss Di Ni 10/20 sistemose) arba faziniu metodu (Topcon DL-101/102 sistemose).

Koreliaciniu metodu signalai yra apdorojami dviejų dimensijų – atstumo nuo NP iki matuoklės ir jos aukščio atžvilgiu. Fazės metodas yra pagrįstas trijų formų kodinių elementų seka visame matuoklės ilgyje. Vienos formos kodiniai brūkšniai (pvz., trys tolygiai išdėstyti) eina tam tikru žingsniu per visą matuoklės ilgį ir pagal jų dažnį fotoelementų matricoje yra nustatomas nuotolis iki matuoklės. Kitų dviejų pavidalų kodiniai brūkšniai yra sužymėti skirtingu žingsniu, pvz., 500 mm ir 570 mm, dėl to tarp signalų, generuojamų nuo šių dviejų kodinių brūkšnių fotoelementų matricoje, yra fazės skirtumas, kuris tęsiasi visame matuoklės ilgyje. Registruojant šiuos visus signalus ir atlikus apskaičiavimus mikroprocesoriuje, yra gaunama tiksli informacija apie matuoklės atstumą nuo NP ir jos aukštį virš matuojamo paviršiaus. Geodezinio pozicionavimo būdu pakanka turėti tik 30 cm ilgio matuoklės dalies vaizdą NP tiksliam nuotolio ir aukščio skaičiavimui. Kodiniai brūkšniai matuoklėje yra išdėstyti kintamu žingsniu, o NP jie verčiami į binarijį šviesių ir tamsių juostų kodą, o pagal jo pasikeitimą NP optinėje ašyje yra nustatomi matuoklės nuotolis ir jos aukštis.

Šios matavimo sistemos yra sudėtingos ir brangios pagaminti. Be to, jų tikslumas priklauso nuo atstumų tarp brūkšnių paklaidų ir jų išdėstymo paklaidų visame 4 m matuoklės ilgyje. NP fotoelementų matrica taip pat yra sudėtinga, jautrūs elementai ir tarpeliai tarp jų turi būti labai tikslūs. Mikroprocesoriaus atminties ir skaičiavimo įrenginys taip pat yra sudėtingas, nes sulyginant kodus kai kuriais atvejais yra atliekama iki 50000 sulyginimo skaičiavimų.

3. Išradimo esmė.

Siūlomo išradimo esmė yra tai, kad matuoklė vietoj brūkšnių, einančių per visą jos ilgį, kodo, yra gaminama tik su vienu, dviem arba trimis brūkšniais, esančiais viename jos gale, o niveliavimo prietaisas turi du fotoelementus, fiksuojančius brūkšnio padėtį fotoelementų simetrijos ašyje, fotoelementai įtvirtinti slankiojančiame korpuse, sujungtame su linijinio poslinkio matavimo keitikliu, be to, NP turi horizontalią ašį, apie kurią gali sukristi matavimo prietaisas stovo atžvilgiu, sujungtą su kampo keitiklio velenu, o kampo keitiklis pritvirtintas prie prietaiso stovo. Atstumai tarp dviejų arba trijų brūkšnių yra tiksliai kalibruoti ir naudojami nustatant niveliavimo parametrus. Vizavimo patogumui, matuoklėje yra nubrėžtas išilgai jos ašies vientisas brūkšnys.

3.1. Išradimo esmę atskleidžiantys duomenys.

Pradinė NP optinės ašies padėtis išmatuojama, kai prietaisas yra nustatomas justavimo būdu horizontalioje padėtyje, jo objektyvas yra fokusuojamas į matuoklės paviršių, t.y., kai ištinis brūkšnys, esantis matuoklės paviršiuje yra ryškiausias. Tuo metu išmatuojamas atstumas tarp NP ir matuoklės. Tada NP optinė ašis yra kreipiama, sukant NP apie

horizontaliąją ašį tol, kol fotoelementų simetrijos ašyje atsiras pirmasis brūkšnys, esantis matuoklės paviršiuje. Kampo keitikliu yra išmatuojamas šis pasukimo kampas. Po to fotoelementų korpusas yra perstumiamas mikropastūma statmenai matuoklės paviršiui iki tol, kol į fotoelementų simetrijos ašį pateks sekantis brūkšnys, esantis matuoklės paviršiuje, o po to, priklausomai nuo konstrukcijos, ir trečiasis. Šie nuotoliai tarp brūkšnių yra tiksliai išmatuojami linijinių poslinkių keitikliu, be to, tie atstumai matuoklėje yra tiksliai kalibruoti gaminant matuoklę bei atliekant jos periodinę patikrą. Kalibruotu atstumu tarp brūkšnių yra pasinaudojama nustatant tikslių nuotolį nuo NP iki matuoklės. Perstačius matuoklę į kitą 75 niveliuojamojo paviršiaus padėtį, procedūra yra kartojama, kampo ir ilgio keitiklių pagalba nustatant tikslių matuoklės nuotolį nuo NP ir jos aukštį pradinės padėties atžvilgiu.

Techninis rezultatas, kuris gali būti gautas įdiegus išradimą yra tai, kad du fotoelementai, perstumiami statmenai matuoklės brūkšnių vaizdui, įgalina linijiniu keitikliu išmatuoti padėtį, kurioje fotoelementai to brūkšnio vaizdo yra vienodai užtamsinti, jų išėjimo 80 signalai (srovė, varža arba įtampa) yra vienodi. Šios padėties pradiniu ir tolesnių matavimų metu yra fiksuojamos prietaiso atmintyje, o niveliavimui reikalingi dydžiai - atstumas nuo NP iki matuoklės ir brūkšnių aukštis virš paviršiaus yra tiksliai nustatomi pagal matuoklės brūkšnių kalibruotą tarpusavio atstumą. Užvedus fotoelementus tokiu pat būdu ant kito brūkšnio, linijiniu matavimo keitikliu, sujungtu su fotoelementų korpusu, yra išmatuojamas 85 atstumas tarp dviejų brūkšnių vaizdo prietaise ir apskaičiuojamas pagal prietaiso optinį didinimo koeficientą, žinant tiksliai kalibruotą atsatumą tarp brūkšnių h . Kai atliekami netikslūs niveliavimo darbai nedideliuose atstumuose, galima naudoti matuoklę, turinčią ir vieną brūkšnį. Tiksliam matavimui naudojama matuoklė su dviem arba trimis brūkšniais, tarp kurių gali būti skirtingi kalibruoti atstumai h ir h_1 didesniame matavimo tikslumui ir 90 platesniam matavimo diapazonui pasiekti.

4. Brėžinių figūrų aprašymas.

Nivelyras yra pavaizduotas brėžiniuose fig. 1 "a" ir "b" bei fig. 2. Fig. 1 "a" yra parodytas bendras įrengimo ir matuoklės vaizdas, fig. 1 "b" yra parodytas prietaiso vaizdas iš priekio, o fig. 2 yra parodyta niveliavimo prietaiso (NP) principinė schema jo ašies pjūvyje.

95 Fig. 1 parodytos dalys: 1 – NP korpusas, 2 – stovas, 3 – matuoklė, 4 – kampo keitiklis, 5 – horizontalioji ašis. Fig. 2 yra parodyta: 1- NP korpusas, 3 – matuoklė, 6 – objektyvas, 7 – fokusavimo lęšis su fokusavimo keitikliu, 8, 10 – kreipiančiosios, 9 – šviesą skaidanti prizmė, 11 – okuliaras, 12 – mikropavara, 13 – skenavimo plokštelė, 14 – fotoelementų korpusas, 15, 16 – fotoelementai, 17, 18 – linijinių poslinkių matavimo keitiklis, 19 – lyginimo schema

100 (komparatorius), 20, 21 – signalų apdorojimo blokai, 22 – mikroprocesorius, 23 – kampo keitiklis, 24 – kampo keitiklio (indikacijos) blokas.

5. Išradimo realizavimo aprašymas.

5.1. Bendroji dalis.

105 Nivelyras susideda iš NP1 (fig. 1), kuris per horizontalią ašį 5 yra sujungtas su stovu 2, prie kurio pritvirtintas kampo keitiklio 4 korpusas. Kampo keitiklio 4 velenas yra sujungtas su NP ašimi 5. Tam tikru atstumu nuo NP yra vertikaliai pastatyta matuoklė 3, turinti vieną, du arba tris brūkšnius, tarp kurių yra kalibruoti atstumai h ir h_1 . Brūkšnių nuotolis nuo matuoklės pagrindo taip pat yra kalibruotas. Vizavimo patogumui išilgai matuoklės ašies yra išilginis brūkšnys (fig. 1, vaizdas A).

110 5.2. Įrenginio aprašymo duomenys.

Įrenginys – nivelyras susideda iš niveliavimo prietaiso (NP) korpuso 1 (fig. 1), sujungto su stovu 2, matuoklės su brūkšniais 3, kampo keitiklio 4, kurio korpusas sujungtas su stovu 2, o išėjimo velenėlis – su NP ašimi 5, NP korpuso 1 optinėje ašyje yra sumontuoti (fig. 2) objektyvas 6, fokusavimo lęšis su fokusavimo keitikliu 7, šis lęšis gali judėti išilgai optinės ašies, tuo metu jo keitiklis rodo poslinkio dydį, jo išėjimas sujungtas su mikroprocesoriumi 115 22, prie korpuso 1 yra pritvirtintas kreipiančiosios 8 ir 10, kuriose yra įmontuotas fotoelementų korpusas 14 su fotoelementais 15, 16, kurie su korpusu gali būti judinami kreipiančiosiose, NP optinėje ašyje yra šviesą skirianti prizmė, kuri šviesos srautą, patekusį per objektyvą 6, skaido į srautą, einantį toliau į okuliarą ir srautą, nukreiptą į fotoelementus 15 120 ir 16 per du langelius, esančius korpuse 14. Prie korpusą 14 yra optinė plokštelė 13, virpinama pjezoelektrine pavara (brėžinyje neparodyta) ir tokiu būdu skenuojanti šviesos srautą fotoelementų langelių atžvilgiu. Prie korpuso 14 yra pritvirtinta linijinio poslinkio matavimo keitiklio 18 matuojamoji dalis, o jo indikatorinė dalis 17 yra pritvirtinta nejudamai prie NP korpuso 1. Išėjimai iš fotoelementų 15 ir 16 yra sujungti su lyginimo schema 19, 125 išėjimas iš lyginimo schemos 19 sujungtas su signalų apdorojimo bloku 20, o išėjimas iš linijinių poslinkių matavimo keitiklio 17 yra sujungtas su signalų apdorojimo bloku 21, išėjimai iš blokų 20 ir 21 yra sujungti su mikroprocesoriumi 22. NP korpusas per ašį 5 (fig. 1) yra sujungtas su kampo keitikliu 4, o informacinis išėjimas iš kampo keitiklio yra sujungtas su mikroprocesoriumi 22. Mikroprocesorius atlieka fokusavimo lęšio perstūmimo valdymą, pavaros 12 ir plokštelės 13 skenavimo valdymą, informacijos iš fokusavimo lęšio 7 keitiklio, 130 keitiklių 17, 4 parodymų įvertinimą ir niveliavimo parametrų – atstumo iki matuoklės 3 ir jos aukščio virš niveliuojamojo paviršiaus skaičiavimus.

Įrenginys veikia tokiu būdu. Matavimų pradžioje NP yra vizualiai nukreipiamas įprastiniu būdu į matuoklės paviršių, į vieną (viršutinį) brūkšnį. Brūkšnio vaizdas per
 135 objektyvą 6, fokusavimo lęšį su keitikliu 7, šviesą skiriančią prizmę 9 patenka į okuliarą 11 ir
 į fotoelementus 15, 16. Fokusavimo lęšis yra registruojamas optinės ašies kryptimi, o jo
 keitiklis išmatuoja pradinį atstumą pagal iš fotoelementų išeinantį maksimalų signalą. Po to
 atliekamas tikslus brūkšnio padėties pozicionavimas fotoelementų 15, 16 atžvilgiu. Tuo tikslu
 pavara 12 perstumia fotoelementų korpusą 14 kreipiančiosiose 8, 10 tol, kol virpančia
 140 plokšte 13 skenuojamas brūkšnio vaizdas atsidurs į simetrišką padėtį fotoelementų 15, 16
 atžvilgiu, t.y., tol kol susilygins fotoelementų signalai sutapimo schemeje 19. Šis procesas
 gali būti atliekamas ir fotobalansiniu būdu, nenaudojant skenavimo plokštelę 13. Perslinkimo
 metu linijinių poslinkių keitiklis 17-18 matuoja eigos dydį. Kai fotoelementų signalas
 sutampa, šis poslinkis keitiklio išėjime yra prilyginamas 0, o fotodiodai su korpusu 14 yra
 145 perstumiami ant sekančio brūkšnio, esančio kalibruotame atstume h ant matuoklės. Šis
 atstumas NP-e yra žymiai mažesnis priklausomai nuo matuoklės 3 atstumo nuo NP1. Dydis h
 yra išmatuojamas linijinių poslinkių keitikliu 17-18 ir pagal gautą reikšmę bei optinės
 schemas didinimo koeficientą yra tiksliai apskaičiuojamas matuoklės atstumas nuo NP. Pagal
 poreikį galima rezultata tikslinti, dar išmatuojant trečio brūkšnio (jei jis yra matuoklėje)
 150 padėties vaizdo atstumą prietaise. Fotoelementų ir linijinių poslinkių keitiklio 17-18
 signalai yra apdorojami blokuose 20 ir 21. Palyginimo blokas 20 duoda sutapimo signalą,
 kuris fiksuoja linijinio poslinkio matavimo keitiklio 17-18 signalo dydį mikroprocesoriuje,
 kuriame toliau atliekami niveliavimo skaičiavimai.

Esant tokiai prietaiso konstrukcijai, kodinės brūkšninės skalės matuoklėje nereikia
 155 fotoelementų matricos bloko, susidedančio iš daugelio pikselių ir didelės apimties
 mikroprocesoriaus atminties koreliacijų skaičiavimui.

Norint išplėsti prietaiso matavimo diapazoną, matuoti labai įvairaus ilgio ir aukščio
 dydžius matuoklės atžvilgiu, prietaisas turi kampo keitiklį 4, kuriuo išmatuojamas pradinis
 prietaiso 1 nustatymo kampas, jis prilyginamas nuliui arba jo dydis yra registruojamas
 160 atmintyje, atliekami matavimai pagal aukščiau aprašytą procedūrą perstumiant fotoelementus
 ir matuojant to perstūmimo dydį bei atliekant visus reikiamus skaičiavimus. Po to, perkėlus
 matuoklę į kitą atstumą ir aukštį, NP optinė ašis nukreipiama į naują matuoklės padėtį,
 pasukant apie ašį 5, o kampą išmatuojant kampo keitikliu 4 ir vėl atliekant tikslų matavimą
 perstumiamais fotoelementais. Prietaisą papildžius pagal siūlomą techninį sprendimą kampo
 165 keitikliu ir dviejų fotoelementų perstumiamu bloku, matavimas tampa labai tikslus, o

prietaisas yra žymiai paprastesnis. Niveliavimo skaičiavimams naudojami minėti keitikliai ir kalibruoti atstumai tarp brūkšnių, esančių ant niveliavimo matuoklės.

Išradimo apibrėžtis

1. Nivelyras, susidedantis iš niveliavimo prietaiso, jo stovo ir matuoklės, turintis optinę sistemą su fokusavimo lęšiais ir keitikliu, fotoelementus

5 *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad matuoklė turi du brūkšnius, esančius kalibruotu atstumu vienas nuo kito ir matuoklės pagrindo, išilginį matuoklės ašiai brūkšnį, o du fotoelementai yra sumontuoti niveliavimo prietaiso korpuse, kuris yra judomai įstatytas į kreipiančiąsias statmena matuoklės brūkšnių vaizdai kryptimi, korpusas sujungtas su linijinių poslinkių keitikliu, fotoelementų signalų išėjimai prijungti prie lyginimo schemos, šios
10 schemos ir fotoelementų poslinkio matavimo keitiklio išėjimai sujungti su mikroprocesoriaus įėjimu, be to, niveliavimo prietaiso korpusas turi horizontalią pasisukimo ašį, sujungtą su kampo keitikliu, pritvirtintu prie prietaiso stovo, o kampo keitiklio indikatorinio bloko išėjimas sujungtas su mikroprocesoriaus bloku.

2. Nivelyras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad matuoklė turi tik vieną brūkšnį,
15 statmeną jos ašiai ir vieną išilginį brūkšnį.

3. Nivelyras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad matuoklė turi tris brūkšnius, tarp kurių yra skirtingi kalibruoti atstumai.

LT 4966 B

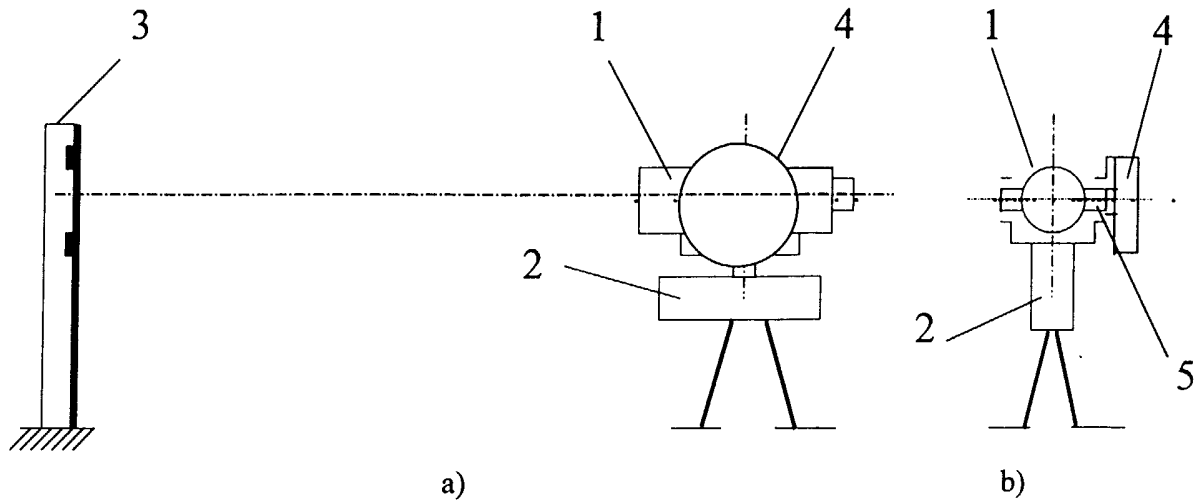


Fig. 1

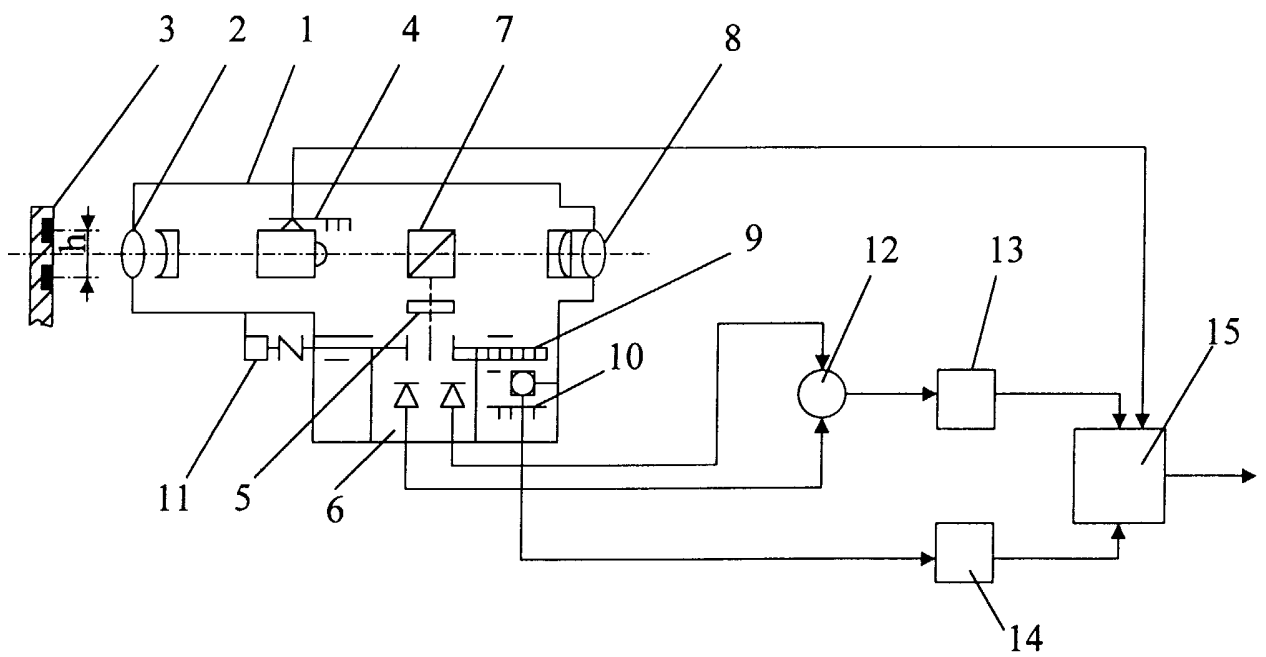


Fig. 2