



**FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY**

(22) Prihlásené 25 03 87

(21) PV 2000-87.T

(40) Zverejnené 15 12 88

(45) Vydané 15 12 89

(11) (B1)

(13)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 J 3/02,

G 01 J 3/42

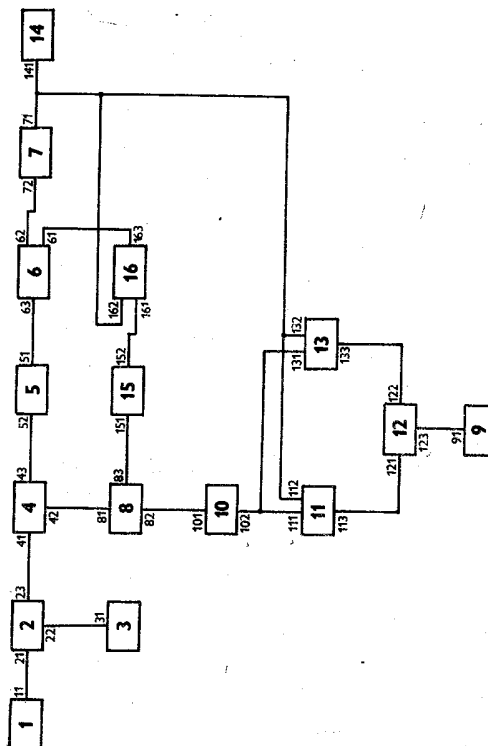
(75)

Autor vynálezu

ČERAGIN NIKOLAJ PETROVIČ ing., GORKIJ (US), KOLLÁR VLADIMÍR ing.,
POPRAD (CS), KOŽEVATOV ILJA JEMELJANOVIČ dr. Csc., GORKIJ (US),
MINAROVJECH MILAN ing. Csc., STARÝ SMOKOVEC (CS)

(54) Zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia

(57) Účelom zariadenia na meranie dĺžky vlny optického žiarenia je merať dĺžku vlny analyzovaného optického žiarenia s relatívnu presnosťou zodpovedajúcou rádove stabilite kvantových etalónov frekvencie. Uvedeného účelu sa dosiahne použitím dvojúčelového interferometra s konštantnou diferencienciou dĺžky ramien stabilizovaného kvantovým etalónovým zdrojom žiarenia s konštantnou frekvenciou a súčasným meraním periódy a fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia s následným vyhodnotením pre určenie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia. Zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia môže nájsť využitie v metrologii, astronómii, v spektroskopii a všade tam, kde je potrebné zisťovať fyzikálny stav telies na základe ich optického žiarenia.



Vynález sa týka zariadenia na meranie dĺžky vlny optického žiarenia vhodného najmä na analýzu spektier laboratorných a astronomických zdrojov optického žiarenia a kalibráciu spektrálnych prístrojov.

Doteraz sa zariadenia na meranie dĺžky vlny optického žiarenia realizovali pomocou difrakčných spektrometrov príp. optických hranolov so sériovou a paralelnou analýzou spektra, v ktorých optické žiarenie sa lomí na difrakčnej mriežke alebo optickom hranole pod uhlom, ktorý odpovedá dĺžke vlny optického žiarenia. U spektrometrov so sériovou analýzou sa využíva jeden fotodetektor nachádzajúci sa za výstupnou štrbinou spektrometra. Dĺžka vlny sa definuje postupným natáčaním difrakčnej mriežky alebo optického hranola až dovtedy, kým optické žiarenie danej optickej dĺžky neprejde cez výstupnú štrbinu k snímaču optického žiarenia a uhlom pootočenía difrakčnej mriežky alebo optického hranola je určená meraná dĺžka vlny. Nevýhodou spektrometrov so sériovou analýzou je malá rýchlosť a nepriame určenie dĺžky vlny optického žiarenia. U spektrometrov s paralelnou analýzou dĺžky vlny optického žiarenia v obrazovej rovine spektrometra je umiestnený snímač optického žiarenia s veľkým počtom samostatných svetlocitlivých elementov, ktoré sú usporiadané v rade v smere disperzie. Dĺžka vlny optického žiarenia je určená poradovým číslom svetlocitlivého elementu snímača optického žiarenia s maximálnym získaným signálom.

Nedostatkom spektrometrov s paralelnou analýzou je nedostatočná presnosť daná ohraničením minimálnych geometrických rozmerov samostatných svetlocitlivých elementov snímača optického žiarenia. Spoločným nedostatkom difrakčných spektrometrov je malá svetelnosť a nízka stabilita porovnávacích etalónov, ktoré sú realizované mechanickými dĺžkovými rozmermi konštrukcie spektrometra. Ďalšie zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia využíva Fourierov spektrometer pozostávajúci z dvojlúčového interferometra, snímača optického žiarenia a vyhodnocovacieho zariadenia. V tomto prípade je dĺžka vlny optického žiarenia určená na základe interferenčného obrazca postupne snímaného snímačom optického žiarenia a matematického vyhodnotenia. Nedostatkom Fourierovských spektrometrov je malá rýchlosť merania dĺžky vlny optického žiarenia, ktorá je spôsobená postupným posúvom jedného zo zrkadiel v širokom rozsahu dĺžok a ohraničená presnosť v dôsledku obtiažnosti určenia jeho geometrickej dĺžky posúvu.

Známe je tiež zariadenie na meranie relatívnych zmien dĺžky vlny optického žiarenia založené na princípe merania zmeny fázy interferenčného obrazca získaného pomocou interferometra s konštantným rozdielom dĺžky ramien, ktorá je stabilizovaná zdrojom monochromatického žiarenia etalónovou frekvenciou. Zariadenie neumožňuje merať absolútnu dĺžku vlny optického žiarenia. Presné meranie relatívnych zmien dĺžky vlny optického žiarenia vyžaduje poznať pôvodnú dĺžku vlny optického žiarenia ku ktorej sa vzťahujú relatívne zmeny dĺžky vlny optického žiarenia.

Uvedené nedostatky v podstatnej miere odstraňuje zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia, ktorého podstata spočíva v tom, že prvý vstup bloku zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia je opticky spojený so zdrojom analyzovaného žiarenia a jeho druhý vstup je opticky spojený s výstupom zdroja etalónového žiarenia s konštantnou frekvenciou. Výstup bloku zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia je opticky spojený s prvým vstupom dvojlúčového interferometra s konštantnou diferenciou dĺžky ramien, pričom jeho výstup je opticky spojený so vstupom bloku rozdelenia analyzovaného a etalónového žiarenia, ktorého prvý výstup je opticky spojený so vstupom fotodetektora analyzovaného žiarenia a druhý výstup je opticky spojený so vstupom fotodetektora etalónového žiarenia. Výstup fotodetektora etalónového žiarenia je spojený s meracím vstupom bloku merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia, ktorého referenčný vstup je spojený s výstupom bloku synchronizácie a výstup bloku merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia je spojený s prvým vstupom sumátora napätí, ktorého druhý vstup je spojený s výstupom bloku modulačného napätia. Výstup sumátora napätí je spojený so vstupom bloku riadenia interferometra, ktorého výstup je spojený s druhým vstupom dvojlúčového interferometra s konštantnou diferenciou dĺžky ramien. Výstup fotodetektora analyzovaného žiarenia je spojený s meracím vstupom bloku merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia, ktorého referenčný vstup je spojený

s výstupom bloku synchronizácie. Výstup bloku merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia je spojený s prvým vstupom bloku vyhodnotenia. Druhý vstup bloku vyhodnotenia je spojený s výstupom bloku merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia a výstup bloku vyhodnotenia je spojený s blokom registrácie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia.

Zariadenie umožňuje určovať dĺžku vlny optického žiarenia s relatívnou presnosťou rádovo zrovnateľnou so stabilitou kvantových etalónov frekvencie a skúmať s rýchlou zodpovedajúcou použitiu paralelných metód zdroja optického žiarenia aj s veľkými uhlovými rozmermi a nízkou intenzitou optického žiarenia.

Na pripojenom výkrese je znázornená bloková schéma zariadenia na meranie dĺžky vlny optického žiarenia.

Zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia pozostáva z bloku 2 zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia, ktorého prvý vstup 21 je opticky spojený so zdrojom 1 analyzovaného žiarenia a druhý vstup 22 je opticky spojený výstupom 31 zdroja 3 etalónového žiarenia s konštantnou frekvenciou. Výstup 23 bloku 2 zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia je opticky spojený s prvým vstupom 41 dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien, ktorého výstup 42 je opticky spojený so vstupom 81 bloku 8 rozdelenia analyzovaného a etalónového žiarenia. Prvý výstup 82 bloku 8 rozdelenia analyzovaného a etalónového žiarenia je opticky spojený so vstupom 101 fotodetektora 10 analyzovaného žiarenia a druhý výstup 83 je opticky spojený so vstupom 151 fotodetektora 15 etalónového žiarenia. Výstup 152 fotodetektora 15 etalónového žiarenia je spojený s meracím vstupom 161 bloku 16 merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia a jeho referenčný vstup 162 je spojený s výstupom 141 bloku 14 synchronizácie a výstup 163 bloku 16 merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia je spojený s prvým vstupom 61 sumátora 6 napätí. Druhý vstup 62 sumátora napätí je spojený s výstupom 72 bloku 7 modulačného napätia, ktorého vstup 71 je spojený s výstupom 141 bloku 14 synchronizácie. Výstup 63 sumátora 6 napätí je spojený so vstupom 51 bloku 5 riadenia interferometra, ktorého výstup 52 je spojený s druhým vstupom 43 dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien. Výstup 102 fotodetektora 10 analyzovaného žiarenia je spojený s meracím vstupom 111 bloku 11 merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia a s meracím vstupom 131 bloku 13 merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia, ktorého interferenčný vstup 132 je spolu s referenčným vstupom 112 bloku 11 merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia spojený s výstupom 141 bloku 14 synchronizácie. Výstup 113 bloku 11 merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia je spojený s prvým vstupom 121 bloku 12 vyhodnotenia a druhý vstup 122 je spojený s výstupom 133 bloku 13 merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia. Výstup 123 bloku 12 vyhodnotenia je spojený s blokom 9 registrácie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia.

Lúče zo zdroja 1 analyzovaného žiarenia a zdroja 3 etalónového žiarenia s konštantnou frekvenciou z dôvodu zlúčenia ich optických dráh po zlúčení v bloku 2 zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia vytvárajú na výstupe 42 dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien interferenčné obrazce. Žiarenie tvoriace interferenčné obrazce je po rozdelení v bloku 8 rozdelenia analyzovaného a etalónového žiarenia premenené na elektrický signál pomocou fotodetektora 15 etalónového žiarenia a fotodetektora 10 analyzovaného žiarenia. Z výstupu 152 fotodetektora 15 etalónového žiarenia je elektrický signál fázovo porovnávaný so signálom z bloku 14 synchronizácie v bloku 16 merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia. Z výstupu 163 bloku 16 merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia je signál úmerný diferencii fáz interferenčného etalónového obrazca a signálu z bloku 14 synchronizácie privedený na prvý vstup 61 sumátora 6 napätí, na ktorého druhý vstup 62 je privedený elektrický signál modulačného napätia z bloku 7 modulačného napätia ovládaného blokom 14 synchronizácie. Elektrický signál z výstupu 63 sumátora napätí ovladá cez blok 5 riadenia dvojlúčový interferometer 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien takým spôsobom, že fáza interferenčného obrazca etalónového žiarenia pri periodickej zmene diferencie dĺžky ramien

dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien vzhľadom na referenčný signál ostáva konštantná. Frekvencia signálu z bloku 14 synchronizácie je zvolená tak, aby perióda tohoto signálu neprevyšovala čas potrebný na meranie dĺžky vlny analyzovaného žiarenia. Amplitúda signálu modulácie z bloku 7 modulačného napätia je zvolená tak, aby zmena diferencie dĺžky ramien dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien riadených blokom 5 raidenia interferometra bola väčšia než maximálna možná dĺžka vlny analyzovaného optického žiarenia. Elektrický signál na výstupe 102 fotodetektora 10 analyzovaného žiarenia je privádzaný jednak na merací vstup 111 bloku 11 merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia, na ktorého referenčný vstup 112 je privádzaný signál z bloku 14 synchronizácie a jednak na merací vstup 131 bloku 13 merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia, na ktorého referenčný vstup 132 je privedený signál z bloku 14 synchronizácie. Meraná hodnota výstupného signálu na výstupe 113 bloku 11 merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia je úmerná hodnote periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia a je privedená na prvý vstup 121 bloku 12 vyhodnotenia, na ktorého druhý vstup 122 je privedený výstupný signál z výstupu 133 bloku 13 merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia úmerný hodnote fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia. Na výstupe 123 bloku 12 vyhodnotenia sa získa signál zodpovedajúci dĺžke vlny analyzovaného optického žiarenia, ktorý je zaznamenaný blokom 9 registrácie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia. Diferencia dĺžky ramien dvojlúčového interferometra 4 s konštantnou diferenciou dĺžky ramien je nastavená na taký rozmer, aby nepresnosť merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia nespôsobovala chybu určenia fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia väčšiu, než maximálny rozsah merania fázy blokom 13 merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia.

Zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia môže nájsť využitie v. metrológii, astronómii, v spektroskopii a všade tam, kde je potrebné merať, zisťovať fyzikálny stav telies na základe ich optického žiarenia.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Zariadenie na meranie dĺžky vlny optického žiarenia pozostávajúce z dvojlúčového interferometra s konštantnou diferenciou dĺžky ramien ovládaného blokom modulačného napätia, ktorý je riadený blokom synchronizácie, pričom optický výstup dvojlúčového interferometra s konštantnou diferenciou dĺžky ramien je spojený s fotodetektorom analyzovaného žiarenia, ktorého výstup je spojený s meracím vstupom bloku merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia a jeho referenčný vstup je spojený s blokom synchronizácie a výstup bloku merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia je spojený s blokom registrácie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia, vyznačujúce sa tým, že prvý vstup (21) bloku (2) zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia je optický spojený so zdrojom (1) analyzovaného žiarenia a jeho druhý vstup (22) je opticky spojený s výstupom (31) zdroja (3) etalónového žiarenia s konštantnou frekvenciou, pričom výstup (23) bloku (2) zlúčenia analyzovaného a etalónového žiarenia je opticky spojený s prvým vstupom (41) dvojlúčového interferometra (4) s konštantnou diferenciou dĺžky ramien, pričom jeho výstup (42) je opticky spojený so vstupom (81) bloku (8) rozdelenia analyzovaného a etalónového žiarenia, ktorého prvý výstup (82) je opticky spojený so vstupom (101) fotodetektora (10) analyzovaného žiarenia a druhý výstup (83) je opticky spojený so vstupom (151) fotodetektora (15) etalónového žiarenia, ktorého výstup (152) je spojený s meracím vstupom (161) bloku (16) merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia, ktorého referenčný vstup (162) je spojený s výstupom (141) bloku (14) synchronizácie a výstup (163) bloku (16) merania fázy interferenčného obrazca etalónového žiarenia je spojený s prvým vstupom (61) sumátora (6) napätí, ktorého druhý vstup (62) je spojený s výstupom (72) bloku (7) modulačného napätia a výstup (63) sumátora (6) napätí je spojený so vstupom (51) bloku (5) riadenia interferometra, ktorého výstup (52) je spojený s druhým vstupom (43) dvojlúčového interferometra (4) s konštantnou diferenciou dĺžky ramien, pričom výstup (102) fotodetektora (10) analyzovaného žiarenia je spojený s me-

racím vstupom (111) bloku (11) merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia, ktorého referenčný vstup (112) je spojený s výstupom (141) bloku (14) synchronizácie a výstup (113) bloku (11) merania periódy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia je spojený s prvým vstupom (121) bloku (12) vyhodnotenia a druhý vstup (122) je spojený s výstupom (133) bloku (13) merania fázy interferenčného obrazca analyzovaného optického žiarenia a výstup (123) bloku (12) vyhodnotenia je spojený s blokom (9) registrácie dĺžky vlny analyzovaného optického žiarenia.

1 výkres

264838

