



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 45692

(13) A

(51) 6 G01J3/42

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРУ АБСОЛЮТНИХ СПЕКТРАЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ВІДБИТТЯ ТА НАПРАВЛЕНОГО ПРОПУСКАННЯ

1

2

(21) 2001063813

(22) 06 06 2001

(24) 15 04 2002

(46) 15 04 2002, Бюл. № 4, 2002 р.

(72) Науменко Віктор Маркович, Фенченко Володимир Миколайович

(73) Науменко Віктор Маркович

(57) Пристрій для виміру абсолютних спектральних коефіцієнтів відбиття і направленої пропускання, що містить розташовані по ходу променя джерело світла, монохроматор, робочий і рефе-

рентний канали, інтегровальну сферу і приймач випромінювання, який відрізняється тим, що на виході монохроматора встановлено двоплечовий світловідвід з копіруючими насадками і ондулятором, а на вході приймача випромінювання - триплечовий світловідвід з копіруючими і збираючими насадками і заслінками, одна з яких з поглинаючим і дифузно відбиваючим покриттями розташована в отворі виходу дзеркальної компоненти, а друга заслінка з поглинаючим покриттям розташована в отворі зразка інтегровальної сфери.

Вінахід відноситься до оптичного приладобудування і призначений для використання в наукових і прикладних цілях при високоточному вимірюванні фізичних параметрів напівпровідників, металів, діелектриків, інших речовин і конструкційних матеріалів по спектрах пропускання і відбиття і обчисленим по одержаним даним спектрах поглинання.

Відомий пристрій для виміру з високою точністю спектральних коефіцієнтів відбиття [1]. Як і запропонований винахід, вказаний аналог має монохроматор з джерелом світла, фокусуючу оптику і приймач випромінювання.

Причиною, що перешкоджає одержанню технічного результату, є виконання фокусуючої оптики у вигляді системи дзеркал, що приводить до великих габаритів оптичного блоку і неможливості вимірювання на ньому спектральних коефіцієнтів пропускання.

Як прототип вибрано пристрій для виміру спектральних коефіцієнтів пропускання і відбиття, що має монохроматор з джерелом світла, фокусуючу оптику, модулююче дзеркало, три інтегровальні сфери, одна з яких використовується для виміру пропускання, а дві інших - для виміру відбиття, і приймач випромінювання [2]. Як і запропонований винахід, прототип має розташовані по ходу променя джерело світла, робочий і референтний канали, інтегровальну сферу і приймач випромінювання.

Причиною, що перешкоджає одержанню техні-

чного результату, є застосування окремих інтегровальних сфер для кожного виду вимірювань (відбиття і пропускання). Неможливість виміру відбиття і пропускання з однієї установки зразка і відповідно необхідність переміщення зразка від однієї сфери до іншої приводить до порушення умов освітленості зразка і не зберігає місцеположення його зондуємої області. Так як більшість зразків по своїм фізичним властивостям неоднорідні, а мова йдеться про вимірювання коефіцієнтів відбиття і пропускання з високою точністю, то виникають значні похибки при вимірюванні цих коефіцієнтів. Суттєвими недоліками прототипу є також довгий час переходу від одного типу вимірювання до іншого, великі габарити оптичного блоку і його значна ціна. Усе вище згадане обмежує область застосування прототипу.

В основу винаходу покладена задача створити такий пристрій для вимірювання абсолютних спектральних коефіцієнтів відбиття і направленої пропускання, в якому встановлення на виході монохроматора світловоду з двома плечима, копіруючими насадками і ондулятором, а на вході приймача - світловоду з трьома плечима з копіруючими і збираючими насадками і заслінками, надало б можливість, використовуючи лише одну інтегровальну сферу, забезпечити одні і ті ж умови освітленості зразка і зберегти місцеположення його зондуємої області при вимірюванні відбиття і пропускання і за рахунок цього збільшити точність і достовірність результатів вимірювання і зменши-

(13) A

(11) 45692

(19) UA

ти габарити і собівартість пристрою

Суть винаходу полягає в тому, що в пристрій, що має розташовані по ходу променя джерело світла, монохроматор, робочий і референтний канали, інтегровальну сферу і приймач випромінювання, на виході монохроматора встановлено двоплечовий світловідвід з копіруючими насадками і ондулятором, а перед приймачем випромінювання встановлено триплечовий світловідвід з копіруючими і збираючими насадками і заслінками, одна з яких з поглинаючим і дифузно відбиваючим покриттям розташована в отворі виходу дзеркальної компоненти, а друга заслінка з поглинаючим покриттям розташована в отворі зразка інтегровальної сфери

Винахід, що заявляється, відрізняється від прототипу тим, що використовується лише одна інтегровальна сфера і на виході монохроматора встановлено двоплечовий світловідвід з копіруючими насадками і ондулятором, а на вході приймача - триплечовий світловідвід з копіруючими і збираючими насадками і заслінками, одна з яких з поглинаючим і дифузно відбиваючим покриттям розташована в отворі виходу дзеркальної компоненти, а друга заслінка з поглинаючим покриттям розташована в отворі зразка інтегровальної сфери

Між сукупністю істотних ознак винаходу, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, є наступний причинно-наслідковий зв'язок

Уведення двоплечового світловідводу з копіруючими насадками і ондулятором на виході монохроматора забезпечує формування світлового потоку робочого і референтного каналів і їх модуляцію в протифазі, а введення перед приймачем випромінювання триплечового світловідводу з копіруючими і збираючими насадками і заслінками, дозволяє забезпечити проходження на приймач випромінювання світлового потоку, дифузно відбитого від зразка, дзеркально відбитого і їх суми, або того, що пройшов через зразок, у залежності від проводжуваного виміру. На відміну від прототипу, де для переходу до нового виду виміру необхідно установити нову інтегровальну сферу і, отже, уже неможливо забезпечити ідентичність умов освітлення зразка і збереження місцеположення його зондуємої області, у винаході, що заявляється, перехід до нового виду вимірів здійснюється простою зміною положення заслінок

Винахід, що заявляється, дозволяє знизити вимоги до якості обробки поверхні досліджуваних зразків, що значно розширює їх коло і зменшує витрати на підготовку експерименту. Наявність турелі з великою кількістю досліджуваних зразків значно збільшує ефективність роботи, а компактність оптичного блока створює можливість застосування пристрою в різноманітних специфічних умовах, наприклад, в імітаторах факторів космічного простору, коли оптичний блок розташовується в вакуумній камері імітатора і виникає можливість автоматичного введення і виводу оптичного блока (в межах вакуумної камери імітатора) із зони радіаційного випромінювання за допомогою простого надійного електроприводу

На кресленні зображена схема пристрою, що заявляється. Пристрій містить монохроматор 1 із джерелом світла, інтегровальну сферу 2 з отвором

3 зразка, отвором 4 введення променів робочого і референтного каналів, отвором 5 приймача, отвором 6 виводу дзеркальної компоненти, приймач 7, турель 8 з досліджуваними і стандартними зразками. На виході монохроматора встановлено двоплечовий світловідвід 9 з ондулятором 10 і копіруючими насадками 11, 12. Перед приймачем встановлено триплечовий світловідвід 13, з'єднаний з розташованими в отворі 3 зразка копіруючою насадкою 14, в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти - копіруючою насадкою 15, в отворі 5 приймача - збираючою насадкою 16. Копіруюча насадка 14 в отворі 3 зразка перекривається заслінкою 17, що має два положення, в одному з яких падаюче випромінювання поглинається, а в другому - пропускається. Отвір 6 виводу дзеркальної компоненти перекривається заслінкою 18, що має три положення, в одному з них падаюче випромінювання поглинається, у другому - дифузно відбивається, а в третьому - пропускається

Пристрій працює таким чином. При вимірі спектрального коефіцієнта повного відбиття заслінка 17 в отворі 3 зразка знаходиться в положенні, що забезпечує поглинання, а заслінка 18 в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти - у положенні, що забезпечує дифузне відбиття падаючого випромінювання. Робочий і референтний промені через світловідвід 9 і отвір 8 введення випромінювання надходять в інтегровальну сферу. Копіруючі насадки 11, 12 на виході світловідводу 9 забезпечують квазіпаралельність робочого і референтного променів, а ондулятор 10 - модуляцію робочого променя в протифазі з референтним. Робочий промінь відбивається від зразка і потім багаторазово перевідбивається від внутрішньої поверхні інтегровальної сфери 2. Промінь референтного каналу відбивається від внутрішньої поверхні інтегровальної сфери 2 і потім багаторазово перевідбивається. Наявність збираючої насадки 16 в отворі 5 приймача забезпечує попадання на приймач відбитих променів від значної частини внутрішньої поверхні інтегровальної сфери, крім променів, безпосередньо відбитих від зразка. Світлові промені робочого каналу надходять на приймач 7 через збираючу насадку 16, розташовану в отворі 5 приймача інтегровальної сфери, і через одне з плечей триплечового світловідводу 13. Сюди ж, але в протифазі, надходять і світлові промені референтного каналу. Спектральний коефіцієнт повного відбиття зразка визначається по співвідношенню сигналів робочого і референтного каналів по формулі, що дозволяє врахувати неоднорідність внутрішньої поверхні інтегровальної сфери 2, обумовлену наявністю отворів, вплив заслінки 18, встановленої в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти, а також відхилення поверхні зразка від сферичної і можливу неідентичність робочого і референтного каналів в отворі 6 введення променів цих каналів

$$S_p = \frac{\frac{B_p}{B_s}}{A - B \cdot \frac{B_p}{B_s}},$$

де S_p - спектральний коефіцієнт повного відбиття досліджуваного зразка, B_p - сигнал робочого

каналу, B_e - сигнал референтного каналу, A , B - постійні, що визначаються при калібруванні пристрою

Калібрування пристрою при вимірі спектрального коефіцієнта повного відбиття проводиться шляхом виконання відповідних вимірів на двох стандартних зразках з відомим значенням коефіцієнта повного відбиття, причому для збільшення точності вимірів вибираються стандартні зразки з коефіцієнтом відбиття на краях діапазону вимірів

При вимірі спектрального коефіцієнта дифузного відбиття заслінка 18 в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти знаходиться в положенні, що забезпечує поглинання падаючого випромінювання, тобто дзеркальної компоненти відбитого від зразка зондувального проміню. Спектральний коефіцієнт дифузного відбиття зразка визначається по співвідношенню сигналів робочого і референтного каналів по формулі, що дозволяє врахувати неоднорідність внутрішньої поверхні інтегрувальної сфери, обумовлену наявністю отворів, вплив заслінки 18, встановленої в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти, а також відхилення поверхні зразка від сферичної і можливу неідентичність робочого і референтного каналів

$$S_A = \frac{\frac{B_p}{B_e}}{A - B \cdot \frac{B_p}{B_e}} - k,$$

де k - коефіцієнт відбиття поглинаючої заслінки в порту виводу дзеркальної компоненти, котрий визначається при калібруванні пристрою по відомому коефіцієнту дзеркального відбиття стандартного зразка, причому для збільшення точності стандартний зразок вибирається з можливо більшим значенням коефіцієнта дзеркального відбиття

При вимірі спектрального коефіцієнта дзеркального відбиття заслінка 18 в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти знаходиться в положенні, що забезпечує пропущення падаючого випромінювання, тобто дзеркальної компоненти відбитого від зразка зондувального проміню. Спектральний коефіцієнт дзеркального відбиття зразка визначається по співвідношенню сигналів робочого і референтного каналів по формулі, що дозволяє врахувати неоднорідність внутрішньої поверхні інтегрувальної сфери, обумовлену наявністю отворів, а також відхилення поверхні зразка від сферичної і можливу неідентичність робочого і референтного каналів

$$S_3 = \frac{1}{C_3} \cdot \left(\frac{B_{3p}}{B_e} - S_2 \right),$$

де S_3 - спектральний коефіцієнт дзеркального відбиття досліджуваного зразка, C_3 - коефіцієнт, котрий визначається при калібруванні і враховує можливу неідентичність робочого і референтного каналів на вході в інтегрувальну сферу і ту обставину, що на приймач попадає лише частина світлового потоку з поверхні сфери, котра знаходиться в полі зору збираючої насадки, B_e - сигнал приймача від робочого каналу при наявності вста-

новленого досліджуваного зразка і відкритий заслінці 9 в отворі 15 виводу дзеркальної компоненти, B_e - сигнал приймача від референтного каналу

Для визначення коефіцієнта C_3 в отвір 3 зразка встановлюється стандартний дзеркальний зразок з відомими коефіцієнтами дзеркального і дифузного відбиття. Тоді

$$C_3 = \frac{1}{k_{3c}} \cdot \left(\frac{B_{3pc}}{B_{ec}} - k_{dc} \right),$$

де k_{3c} , k_{dc} - відповідно паспортні значення коефіцієнтів дзеркального і дифузного відбиття стандартного дзеркального зразка, B_{3pc} - сигнал приймача від робочого каналу, B_{ec} - сигнал референтного каналу

При вимірюванні спектрального коефіцієнта направленої пропускання заслінка 17 в отворі 3 зразка знаходиться в положенні, що забезпечує пропускання падаючого випромінювання, а заслінка 18 в отворі 6 виводу дзеркальної компоненти - у положенні, що забезпечує дифузне відбиття падаючого випромінювання. На приймач 7 надходять світлові промені від робочого і референтного каналів через збираючу насадку 16, розташовану в отворі 5 приймача, і далі через одне з плечей триплечового світловода 3 іншого боку на приймач через копіюючу насадку 14, розташовану в отворі 3 зразка інтегрувальної сфери, і друге плече триплечового світловода додатково надходять світлові промені. Відповідний додатковий сигнал на приймачі пропорційний спектральному коефіцієнту пропускання зразка. Спектральний коефіцієнт направленої пропускання зразка визначається по формулі

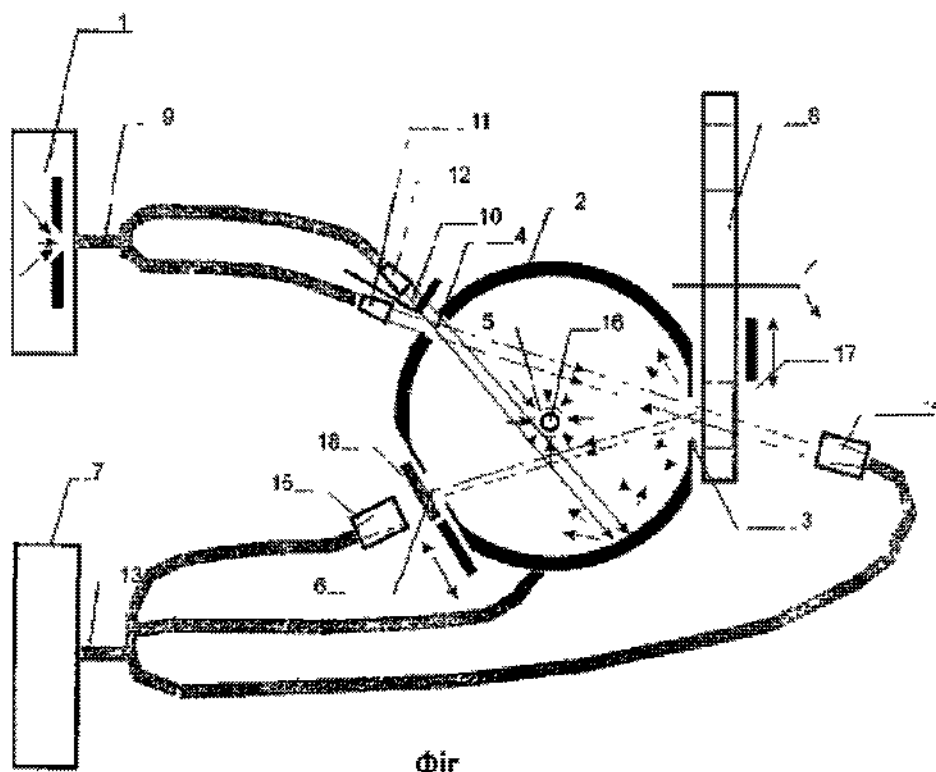
$$S_{np} = \frac{1}{C_{np}} \cdot \left(\frac{B_{3p}}{B_e} - S_n \right),$$

де S_{np} - спектральний коефіцієнт пропускання досліджуваного зразка, C_{np} - коефіцієнт, що визначається при калібруванні і враховує можливу неідентичність робочого і референтного каналів на вході в інтегрувальну сферу і ті обставини, що на приймач попадає лише частина світлового потоку з поверхні сфери, що знаходиться в полі зору збираючої насадки, B_{3p} - сигнал приймача від робочого каналу при наявності встановленого досліджуваного зразка і відкритий заслінці 9 в отворі 3 зразка, B_e - сигнал приймача від референтного каналу, S_n - виміряний раніш коефіцієнт повного відбиття зразка. Коефіцієнт C_{np} дорівнює відношенню сигналів робочого і референтного каналів для випадку, коли зондує промінь вільно проходить через отвір у турелі

Джерела інформації

1 Авторське свідоцтво СРСР № 914943, кл. О01J3/42, 1980. Пристрій для вимірювання спектральних коефіцієнтів відбивання, опубл. 23.03.82, Бюлетень № 11

2 G. A. Zerlaut, T. E. Anderson. Multiple-integrating sphere spectrophotometer for measuring absolute spectral reflectance and transmittance // Applied Optics, Vol. 20, № 21, 1981 - P. 3797 - 3804



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
 вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
 (044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
 (044) 216 – 32 – 71