



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105575** (13) **C2**  
(51) МПК  
**G01J 3/45** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	<b>а 2012 15118</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Строганов Александр Анатольєвич (RU), Белаш Александр Олеговіч (RU), Богачев Дмитрій Львовіч (RU), Сєніченков Васілій Андрєєвіч (RU)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>07.06.2011</b>	(73) Власник(и):	<b>Строганов Александр Анатольєвич, пр. Юрия Гагарина, д. 39, кв. 38, г. Санкт-Петербург, 1996135, Российская Федерация (RU), Белаш Александр Олеговіч, пр. Испытателей, 31-1-513, г. Санкт-Петербург, 197349, Российская Федерация (RU), Богачев Дмитрій Львовіч, Приморский проспект, 169-1-6, г. Санкт-Петербург, 197347, Российская Федерация (RU), Сєніченков Васілій Андрєєвіч, Свердловская набережная, 64-25, г. Санкт-Петербург, 195027, Российская Федерация (RU)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>26.05.2014</b>		
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>2010128321</b>		
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>02.07.2010</b>		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>RU</b>		
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>11.03.2013, Бюл.№ 5</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>26.05.2014, Бюл.№ 10</b>		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/RU2011/000403, 07.06.2011</b>		
		(74) Представник:	<b>Блощинська Олена Олександрівна, реєстр. №153</b>
		(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>SU 1494693 A1; 27.01.1995 US 20040207855 A1; 21.10.2004 RU 2313070 C2; 20.12.2007 US 20040114148 A1; 17.06.2004</b>

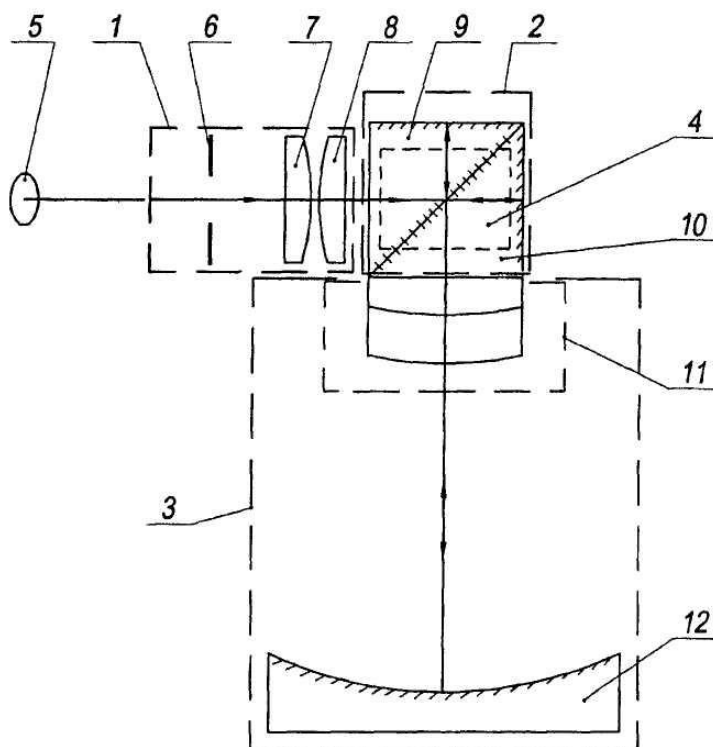
## (54) СТАТИЧНИЙ ФУР'Є-СПЕКТРОМЕТР

### (57) Реферат:

Винахід, що заявляється, належить до інтерференційних спектральних приладів і може бути використаний для спектральних досліджень у різних областях техніки. Задачею даного винаходу є поліпшення оптичних характеристик спектрометра, у якому зниження втрат світла від об'єкта випромінювання на аберації досягається при мінімальному числі вироблених зі зниженими витратами оптичних елементів. Поставлена задача вирішується тим, що статичний Фур'є-спектрометр містить вхідний коліматор, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом, що включає світлоподільник і щонайменше два дзеркала, установлені з можливістю створення інтерференційної картини, локалізованої в площині дзеркал, а також пристрій реєстрації зображення, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом за допомогою проекційної системи з можливістю проектування зображення зазначеної інтерференційної картини на пристрій реєстрації зображення, причому проекційна система включає сферичне дзеркало й лінзовий об'єктив, центрований відносно нормалі до оптичної поверхні дзеркала, а дзеркало й лінзовий об'єктив виконані з можливістю проходження оптичного випромінювання

UA 105575 C2

через лінзовий об'єктив від інтерферометричного вузла до сферичного дзеркала з відбиттям від нього й проходженням через той же лінзовий об'єктив до пристрою реєстрації.



Фиг. 1

Винахід, що заявляється, стосується інтерференційних спектральних приладів і може бути використаний для спектральних досліджень у різних галузях техніки.

Фур'є - спектрометри широко застосовуються в спектральних дослідженнях, завдяки високій світлосилі (виграш Жакіно), швидкодії й можливості одночасної реєстрації всього спектру випромінювання досліджуваного діапазону. Фур'є - спектрометри складаються з наступних основних функціональних блоків: системи формування вхідного пучка світла (далі - вхідного коліматора), інтерферометричного вузла, проекційної системи, пристрою реєстрації.

У динамічних Фур'є - спектрометрах у якості інтерферометричного вузла найчастіше використовують різні модифікації класичного інтерферометра Майкельсона, що складається з напівпрозорого дзеркала (світлоділильника) і двох дзеркал (або ретровідбивачів), одне з яких рухливе й забезпечує змінну оптичну різницю ходу. При переміщенні рухливого дзеркала відбувається періодична зміна освітленості в площині реєстрації, у такий спосіб відбувається модуляція кожної довжини хвилі спектра вхідного випромінювання, причому частота модуляції обернено пропорційна довжині хвилі. Метрологічні параметри динамічного Фур'є-Спектрометра (наприклад, відношення сигналу до шуму) залежать від глибини модуляції, що, у свою чергу, залежить від рівномірності руху й паралельності переміщення дзеркал інтерферометричного вузла. Зовнішні вібрації при експлуатації Фур'є - спектрометрів впливають на рівномірність руху дзеркал, що обмежує можливість використання динамічних Фур'є - спектрометрів в умовах сильних вібрацій.

Особливістю статичних Фур'є - спектрометрів є реалізація просторового розкладання інтерференційної картини в площині пристрою реєстрації уздовж однієї з координат. Переваги статичних Фур'є - спектрометрів перед динамічними полягають в відсутності рухливих конструкцій, лінійних двигунів і порівняно складних систем керування, що дає можливості для створення компактного вібростійкого спектрометра і зниження витрат при його виробництві. Глибина модуляції в статичних Фур'є-спектрометрах залежить від якості переносу зображення, що визначається частотою - контрастними характеристиками проекційної системи, і зменшується зі збільшенням аберацій проекційної системи. Зменшення глибини модуляції погіршує метрологічні параметри статичного Фур'є - спектрометра (відношення сигналу до шуму). Отже, для статичних Фур'є - спектрометрів поліпшення метрологічних параметрів пов'язано, у першу чергу, з мінімізацією втрат проекційної системи.

У відомих статичних Фур'є-спектрометрах [Патент US № 6222627; патент US № 6930781; Патент US №7092101] задача переносу зображення проекційною системою, з виправленням багатьох видів аберацій, конструктивно вирішується збільшенням в оптичній схемі числа заломлюючих поверхонь і поверхонь, що відбивають, й використанням асферичних поверхонь.

У статичному Фур'є-спектрометрі [Патент US № 6222627] інтерферометричний вузол створений на основі двохпроменезаломленого кристалу (називаного авторами [Патент US 6222627] призмкою Волластону), а проекційна система включає кілька лінз, розташованих послідовно. У якості пристрою реєстрації зображення використовується багатоелементна діодна лінійка. Основним недоліком даного пристрою є залежність оптичних параметрів спектрометра від матеріалу й геометричних розмірів поляризаційного кристала, який використовується для одержання інтерференційної картини, що приводить до обмежень по спектральній роздільній здатності через залежність різниці ходу від довжини хвилі. Іншим недоліком є втрати на сферичні й хроматичні аберації, чому сприяють послідовно розташовані лінзи в проекційній системі.

У статичному Фур'є-спектрометрі [патент US № 6930781] у якості інтерферометричного вузла використовується схема з поперечним зсувом інтерферуючих променів (називаний авторами [патент US № 6930781] інтерферометром Саньяка).

Основним недоліком даного пристрою є технічна складність якісного проектування й фокусування зображення, отриманого інтерферометричним вузлом даного типу, з мінімальними втратами світла. Інтерференційна картина в такому випадку перебуває на нескінченності, що вимагає реалізації у Фур'є-спектрометрі проекційної системи, яка складається з оптичних елементів з асферичною поверхнею, що знижує технологічність у виробництві й збільшує вартість.

Найбільш близьким до заявленого винаходу, за сукупністю суттєвих ознак є пристрій [Патент US №7092101], у якому інтерферометричний вузол, що включає світлоділильник і два дзеркала, які створюють інтерференційну картину в площині одного із дзеркал, реалізований за схемою інтерферометра Майкельсона. Вхідний коліматор, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом, складається з діафрагми й об'єктива. Зображення зазначеної інтерференційної картини за допомогою проекційної системи, оптично пов'язаної із пристроєм реєстрації зображення, проектується на пристрій реєстрації зображення.

Основним недоліком даного пристрою при дослідженні випромінювання протяжного об'єкта є перенос зображення інтерференційної картини проекційною системою, яка складається з послідовності лінзових компонентів, на пристрій реєстрації. У даному пристрої зниження аберацій забезпечується за рахунок збільшення числа лінз, що, у свою чергу, збільшує габарити спектрометра й виробничі витрати.

Для поліхроматичного випромінювання в більшості розглянутих пристроїв задача переносу зображення інтерференційної картини вирішується проекційними системами, які включають послідовно розташовані лінзові компоненти з осьовим ходом променів. Це приводить до втрат розподільної здатності, пов'язаних із хроматичними й сферичними абераціями. При переносі зображення інтерференційної картини, отриманої для протяжного об'єкта, виникають втрати, пов'язані з астигматизмом і кривизною поля. Це істотно знижує якість спроектованої на пристрій реєстрації зображення картини, і, отже, - погіршує метрологічні характеристики спектрометра. У проекційних системах, які складаються тільки з послідовно розташованих лінз, технічні рішення по одночасній компенсації різних видів аберацій ведуть до збільшення кількості лінз і габаритів, що приводить до збільшення виробничих витрат.

Задачею даного винаходу є поліпшення оптичних характеристик спектрометра, у якому зниження втрат світла при переносі зображення на аберації досягається при мінімальному числі вироблених зі зниженими витратами оптичних елементів.

Поставлена задача досягається тим, що статичний Фур'є-спектрометр, містить вхідний коліматор, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом, що включає світлоділильний і, щонайменше, два дзеркала, установлені з можливістю створення інтерференційної картини, локалізованої в площині дзеркал, а також пристрій реєстрації зображення, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом за допомогою проекційної системи з можливістю проектування зображення зазначеної інтерференційної картини на пристрій реєстрації зображення, причому проекційна система включає сферичне дзеркало й лінзовий об'єктив, центрований відносно нормалі до оптичної поверхні дзеркала, а дзеркало й лінзовий об'єктив виконані з можливістю проходження оптичного випромінювання через лінзовий об'єктив від інтерферометричного вузла до сферичного дзеркала з відбиттям від нього й проходженням через той же лінзовий об'єктив до пристрою реєстрації.

Запропонована сукупність ознак статичного Фур'є-спектрометра дозволяє досягати мінімальних втрат випромінювання при високій якості переносу зображення інтерференційної картини на пристрій реєстрації, завдяки усуненню сферичних, хроматичних аберацій і астигматизму за рахунок найкращої комбінації мінімального числа оптичних елементів проекційної системи, переважно сферичної форми.

У проекційній системі для виправлення хроматичних аберацій при некомпланарності площини інтерференційної картини й площини зображення інтерференційної картини використовується складений лінзовий об'єктив, який включає щонайменше дві лінзи, виконані з різних матеріалів і з'єднані оптичним контактом, причому одна з лінз виконана пласко - опуклою, а з'єднана з нею друга лінза виконана у формі меніска.

Для забезпечення вібростійкості інтерферометричний вузол виконаний у вигляді двох скляних прямокутних призм, склеєних гіпотенузними гранями, на одній з яких нанесене світлоділильне покриття, причому для мінімізації числа використовуваних оптичних елементів у кожній із призм на одній з катетних поверхонь виконані дзеркальні покриття, а призми склеєні так, що грані із дзеркальними покриттями є суміжними гранями багатогранника, що вийшов в результаті склейки, причому одна із призм інтерферометричного вузла з'єднана оптичним контактом з лінзовим об'єктивом проекційної системи для забезпечення однакових умов проходження променів, що йдуть від дзеркальних граней інтерферометра до сферичного дзеркала й променів, які йдуть від сферичного дзеркала до пристрою реєстрації.

Проекційна система містить компенсатор, розташований між лінзою і пристроєм реєстрації і з'єднаний для забезпечення вібростійкості з лінзовим об'єктивом оптичним контактом, причому для рівності довжин оптичного шляху в компенсаторі і в інтерферометричному вузлі він виконаний з того ж матеріалу, що й призми інтерферометричного вузла.

Для забезпечення компактності компенсатор виконаний у вигляді рівнобедреної прямокутної призми з покриттям, що відбиває, на гіпотенузній грані, при цьому пристрій реєстрації розташований перпендикулярно площині однієї із дзеркальних граней багатогранника інтерферометричного вузла.

Пристрій, що заявляється, пояснюється наступними кресленнями:

На фіг. 1 представлена функціональна схема статичного Фур'є-спектрометра (розріз у площині об'єкта випромінювання).

На фіг. 2 представлена схема Фур'є-спектрометра (розріз у площині пристрою реєстрації зображення)

На фіг. 3 представлений статичний Фур'є-спектрометр (аксонометрія)

На фіг. 5 представлено формування різниці ходу у інтерференційному вузлі Фур'є-спектрометра

На фіг. 6 представлені інтерферуючі промені на площині спостереження інтерференції

На фіг. 7 показаний хід променів у проекційній системі з виправленням хроматичної аберації

На фіг. 8 показаний хід променів з виправленням польових аберацій

Статичний Фур'є-спектрометр за фіг. 1-3 складається із вхідного коліматора 1, оптично пов'язаного з інтерферометричним вузлом 2, проекційної системи 3 і пристрою реєстрації зображення 4.

Вхідний коліматор 1 направляє випромінювання від аналізованого об'єкта 5 на інтерферометричний вузол 2. Вхідний коліматор може містити діафрагму й систему з декількох лінз. У цьому випадку, для забезпечення рівномірності освітленості дзеркал і мінімально необхідної для оптичного узгодження кількості елементів схеми, він виконаний у вигляді діафрагми 6 і двох лінз 7 і 8. Інтерферометричний вузол 2 може бути виконаний з окремих дзеркал за класичною схемою інтерферометра Майкельсона. Інтерферометричний вузол 2 по Фіг.1 реалізований у вигляді двох прямокутних рівнобедрених призм 9 і 10, виконаних з одного матеріалу (з однаковими значенням показника переломлення  $n$ ) і склеєних з метою підвищення вібронестійкості й мінімізації витрат у виробництві. За Фіг.2 на одній з гіпотенузних граней 16 нанесене покриття, що відбиває, з коефіцієнтом відбиття близьким до 50 % (переважно, у діапазоні від 40 % до 60 %), з утворенням світлоділильника, причому в кожній із призм 9 і 10 на їх катетних поверхнях 17 і 18 виконані дзеркальні покриття (переважно, з коефіцієнтом відбиття більше 95 %). В інших виконаннях можливе використання окремих юстуємих дзеркал, розташованих у безпосередній близькості від катетних поверхонь призм, однак реалізація дзеркальних покриттів на зазначених поверхнях забезпечує вібронестійкість і мінімізацію виробничих витрат. Інтерферометричний вузол 2 і проекційна система 3 оптично узгоджені так, що спрямований в інтерферометричний вузол 2 світловий пучок розділяється на грані 16, відбивається від дзеркальних поверхонь 17 і 18 призм 9 і 10 і потім попадає на лінзовий об'єктив 11.

Проекційна система 3 включає сферичне дзеркало 12, що дозволяє знизити втрати світла на хроматичні аберації, лінзовий об'єктив 11 (дублет), і компенсатор 13, розташований по фіг. 3 між лінзовим об'єктивом 11 і пристроєм реєстрації зображення 4. Компенсатор 13, з'єднаний з лінзовим об'єктивом 11 оптичним контактом, виконаний з того ж матеріалу, що й призма 9 і 10 інтерферометричного вузла 2.

Пристрій реєстрації 4 виконано у вигляді багатоелементного приймача (наприклад, CCD або CMOS), що дозволяє поліпшити енергетичні й метрологічні параметри реєстрації, у тому числі, сигнал/шум, поріг детектування й час виміру. В інших виконаннях пристрій реєстрації зображення 4 може бути виконаний у вигляді скануючого фотоприймача, наприклад, відикону.

Компенсатор 13 по фіг. 3 виконаний у вигляді прямокутної призми із дзеркальним покриттям на гіпотенузній грані 19 і встановлений на лінзовому об'єктиві 11 так, що світловий пучок, відбитий від дзеркала 12 і пройшовший назад крізь лінзовий об'єктив 11, входить у першу катетну грань призматичного компенсатора 13, відбивається і від гіпотенузової грані, виходить на пристрій реєстрації зображення 4. Для уніфікації деталей і підвищення технологічності складання, компенсатор 13 виконаний у вигляді призми, що ідентична одній із призм 9 або 10 інтерферометричного вузла 2, таким чином довжина оптичного шляху в компенсаторі 13 дорівнює оптичному шляху в призмах 9 і 10 інтерферометричного вузла 2.

Лінзовий об'єктив 11 по фіг. 2 проекційної системи 3 з'єднаний оптичним контактом з інтерферометричним вузлом 2, що підвищує вібронестійкість такої системи й виключає необхідність використання в пристрої юстуємих елементів, забезпечуючи його компактність. Лінзовий об'єктив 11 виконаний із двох лінз, одна з яких плоско-опукла 14, а інша 15 - виконана у формі меніска й з'єднана з першою, причому радіус кривизни ввігнутої поверхні лінзи 15 збігається з радіусом кривизни опуклої поверхні плоско-опуклої лінзи 14, що дозволяє виправити сферичні аберації. Лінзи 14 і 15 виконані з різних сортів стекл, з показниками переломлення  $n$ , що відрізняються, для виправлення хроматичних аберацій положення, причому лінза 14 виконана зі скла з більш високим значенням показника переломлення  $n$ . З'єднання лінз 14 і 15 у результаті склейки знижує втрати світла на поверхнях оптичного контакту й спрощує конструктивне завдання кріплення лінзового об'єктива 11.

Для одержання інтерференційної картини призми 9, 10 інтерферометричного вузла 2 за фіг. 4 розгорнуті один відносно другого навколо осі, перпендикулярної площини склейки, на кут  $\alpha$  і

склеєні так, що для проходячих в інтерференційному вузлі 2 променів виникає змінна оптична різниця ходу по одній з координат у площині катетної грані, у результаті чого в площинах дзеркальних поверхонь 17 і 18 призм 9 і 10 спостерігається інтерференційна картина у вигляді послідовності темних і світлих смуг. Грані із дзеркальними покриттями 17 і 18 по фіг. 4 є суміжними гранями багатогранника, отриманого в результаті склейки.

Пристрій функціонує в такий спосіб. Оптичне випромінювання від аналізованого об'єкта 5 попадає в статичний Фур'є-спектрометр через вхідний коліматор 1, узгоджений по апертурі із проекційною системою 3. Вхідний коліматор перетворює випромінювання від кожної точки об'єкта 5 у близький до паралельного пучок і направляє отриманий пучок в інтерферометричний вузол 2, забезпечуючи рівномірність освітленості робочої площі дзеркальних поверхонь призм 9 і 10 інтерферометричного вузла 2. На світлоділильнику 16 (фіг. 5) відбувається розподіл пучка. Кожна частина розділеного пучка проходить по своєму шляху з відбиттям від дзеркальних граней 17 і 18. Через змінну різницю ходу  $\Delta l(x)$  виникає інтерференція променів і формування двовірної інтерференційної картини в площині дзеркальних граней 17 і 18 призм 9 і 10. За допомогою проекційної системи 3, оптично погодженої із вхідним коліматором 1 і інтерференційним вузлом 2, а також за допомогою компенсатора 13, зображення отриманої двовірної інтерференційної картини проектується на пристрій реєстрації зображення 4.

Спектральна роздільна здатність статичного Фур'є - спектрометра визначається якістю переносу інтерференційної картини й просторовою частотою  $N$  роздільних інтерференційних смуг її зображення на пристрої реєстрації 4 (фіг.6). Різниця ходу  $\Delta l$  лінійно залежить від координати  $x$  уздовж інтерференційної картини в площині дзеркальних поверхонь призм 9 і 10, а також від кута взаємного розвороту  $\alpha$ . У діапазоні малих кутів залежність виражається формулою  $\Delta l(x) = 2 \alpha x$ , тобто зі збільшенням кута  $\alpha$  розвороту призм 9, 10 різниця ходу променів  $\Delta l$  збільшується. За фіг. 6 у кожній точці  $P$  площини інтерференційної картини (наприклад, дзеркальної поверхні 17 призми 9) для двох інтерферуючих променів  $L1$  і  $L2$  під кутом  $\alpha$  друг до друга збільшення різниці ходу  $d\Delta l$  змінюється від смуги до смуги уздовж лінії перетинання хвильових поверхонь  $V1$ ,  $V2$  (лінія перетинання хвильових поверхонь перпендикулярна площині фіг.6). Просторова частота інтерференційних смуг  $N$  для фіксованого лінійного поля інтерференції для малих кутів по формулі  $N=2\alpha/\lambda$  зменшується зі збільшенням довжини хвилі  $\lambda$  випромінювання від об'єкта 5 і визначається кутом  $\alpha$  при фіксованій довжині хвилі  $\lambda$ . Так на довжині хвилі випромінювання  $\lambda = 1$  мкм при використанні прямокутних призм 9, 10 з гіпотенузою гранню розміром 40 мм, величина кута повороту призм  $\alpha$  один відносно одного становить порядку 20 кутових хвилин, при цьому кількість інтерференційних смуг становить 200 у лінійному полі пристрою реєстрації розміром 30 x 30 мм.

Відсутність хроматичних аберацій збільшення забезпечується використанням у складі проекційної системи 3 відбиваючого елемента, тобто сферичного дзеркала 12. Хроматичні аберації положення, що виникають у випадку відступу від симетрії системи, наприклад, зсуву площини реєстрації  $M'A'$  зображення за фіг. 7 на відстань  $h$  від площини формування інтерференційної картини  $MA$ , виправляються використанням склейки лінз 14 і 15 з різних сортів скла. При цьому лінза 14 виконана зі скла з більш високим значенням показника переломлення  $n$ , чим лінза 15. Промені, що виходять із точки  $A$  інтерференційної картини, розташованої в площині дзеркальної грані 17 призми 9, у результаті переломлення розходяться залежно від довжини хвилі  $\lambda$  на відповідний кут  $\theta$ . Після відбиття від сферичного дзеркала 12 промені проходять через той же лінзовий об'єктив 11, у результаті відбувається компенсація первісного відхилення на кут  $\theta$ . Промені  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  збираються в точці  $A'$  площини реєстрації зображення. Усунення хроматичної аберації положення забезпечує кращу частотно-контрастну характеристику проекційної системи, отже - кращі метрологічні параметри (дозвіл, відношення сигналу до шуму) статичного Фур'є-спектрометра.

Виправлення монохроматичних аберацій забезпечується оптичним узгодженням інтерференційного вузла 2 і проекційної системи 3. Об'єктом переносу є сформована на дзеркальних гранях призм 9 і 10 інтерференційна картина. У проекційній системі 3 використання сферичного дзеркала 12 дозволяє зображувати об'єкт, розміщений у центрі його кривизни, без сферичної аберації при будь-яких апертурних кутах пучка. Використання лінзового об'єктива 11, як коригувального елемента оптичної схеми проекційної системи 3, забезпечує усунення аберацій кривизни поля зображення в меридіональному розтині для точок інтерференційної картини поза оптичною віссю  $OO_1$  по фіг. 8 (наприклад  $B$  і  $B'$ ). Використання складеного лінзового об'єктива 11 із двох лінз 14 і 15 з різними показниками переломлення дозволяє компенсувати некомпланарність дзеркальної площини 17 і площини реєстрації 20  $M B'$ , вираженої зсувом  $h$ .

Для точок інтерференційної картини, сформованої в площині дзеркальної поверхні 17, таке рішення дозволяє виправити астигматизм, що виникає для випадків точки В, що лежить поза оптичною віссю  $OO_1$ . Це, у свою чергу, підвищує якість зображення В' у поле реєстрації 20 М В'. Для уніфікації використовуваних оптичних елементів і компактності розміщення пристрій реєстрації зображення 4 розташовується перпендикулярно площини дзеркальної поверхні 17 призми 9, і зображення інтерференційної картини переноситься на пристрій реєстрації 4 за допомогою компенсатора 13.

Винахід, що заявляється, забезпечує високі значення світлосили й глибини модуляції при одержанні двовірної інтерференційної картини, перенос її зображення з мінімальними втратами при найкращій комбінації мінімального числа використовуваних оптичних елементів, завдяки конструктивній реалізації інтерферометричного вузла й погодженої проекційної системи з компенсатором, з'єднаних оптичним контактом у єдиний модуль.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

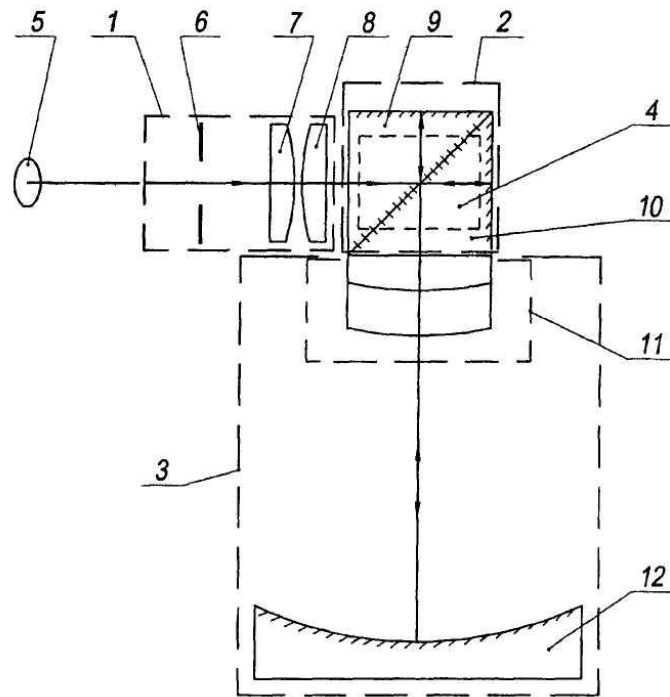
1. Статичний Фур'є-спектрометр, що містить вхідний коліматор, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом, який включає світлоподільник і щонайменше два дзеркала, установлені з можливістю створення інтерференційної картини, локалізованої в площині дзеркал, а також пристрій реєстрації, оптично пов'язаний з інтерферометричним вузлом за допомогою проекційної системи, виконаної з можливістю проектування на пристрій реєстрації зображення зазначеної інтерференційної картини, який **відрізняється** тим, що проекційна система включає сферичне дзеркало і лінзовий об'єктив, центрований відносно нормалі до оптичної поверхні дзеркала, причому дзеркало і лінзовий об'єктив виконані з можливістю проходження оптичного випромінювання через лінзовий об'єктив від інтерферометричного вузла до сферичного дзеркала з відбиттям від нього й проходженням через той же лінзовий об'єктив до пристрою реєстрації.

2. Фур'є-спектрометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що лінзовий об'єктив включає щонайменше дві лінзи, виконані з різних матеріалів і з'єднані оптичним контактом, причому одна з лінз виконана плоско-опуклою, а з'єднана з нею друга лінза виконана у формі меніска.

3. Фур'є-спектрометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що інтерферометричний вузол виконаний у вигляді двох скляних прямокутних призм, склеєних гіпотенузними гранями, на одній з яких нанесене світлоділительне покриття, причому в кожній із призм на одній з катетних поверхонь виконані дзеркала, а призми склеєні так, що грані із дзеркалами є суміжними гранями багатогранника, отриманого в результаті склеювання, причому одна із призм інтерферометричного вузла з'єднана оптичним контактом з лінзовим об'єктивом проекційної системи.

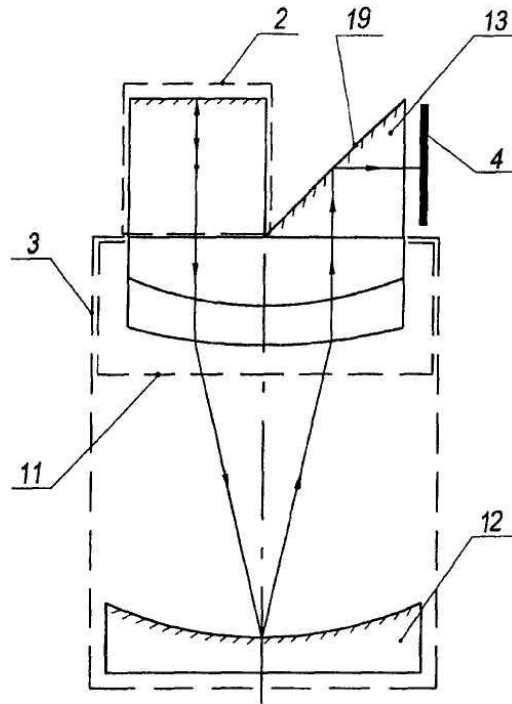
4. Фур'є-спектрометр за п. 3, який **відрізняється** тим, що проекційна система містить компенсатор, розташований між лінзовим об'єктивом і пристроєм реєстрації й з'єднаний з лінзовим об'єктивом оптичним контактом, причому компенсатор виконаний з того ж матеріалу, що й призми інтерферометричного вузла, так що при цьому довжина оптичного шляху в компенсаторі дорівнює оптичному шляху в інтерферометричному вузлі.

5. Фур'є-спектрометр за п. 4, який **відрізняється** тим, що компенсатор виконаний у вигляді прямокутної призми з відбиваючим покриттям на гіпотенузній грані.

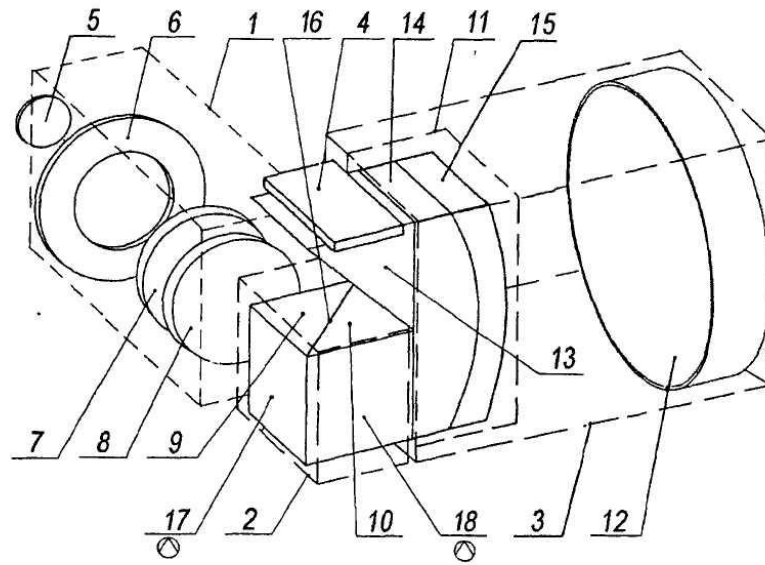


Фиг. 1

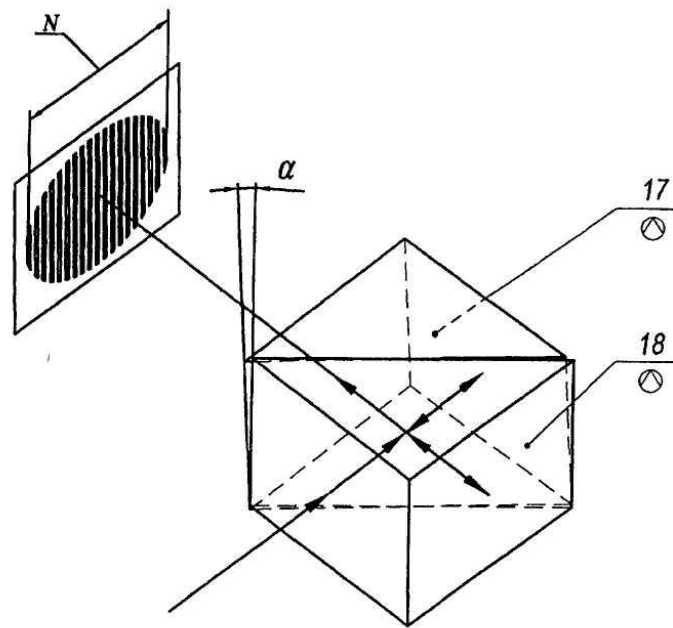




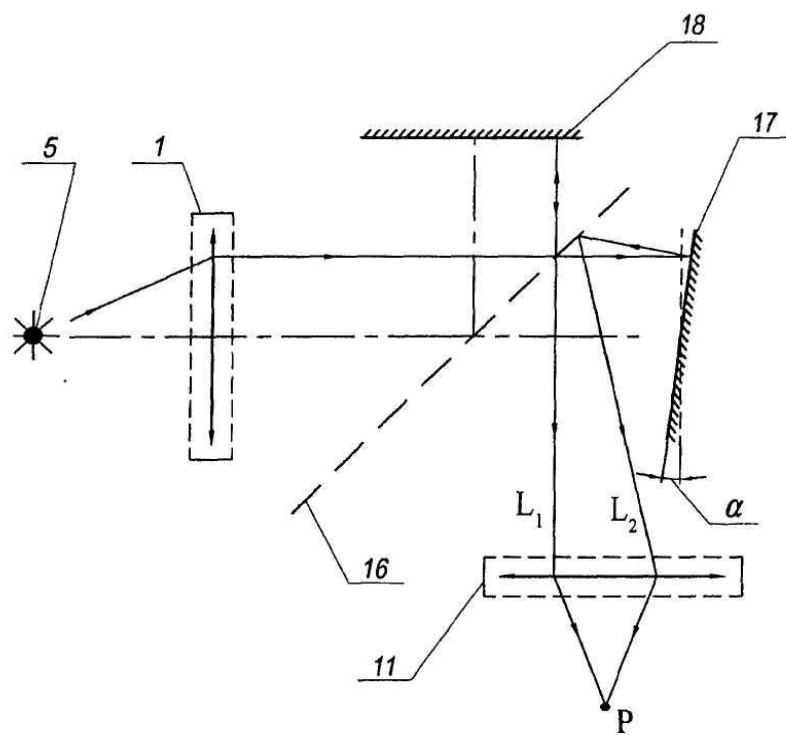
Фиг. 2



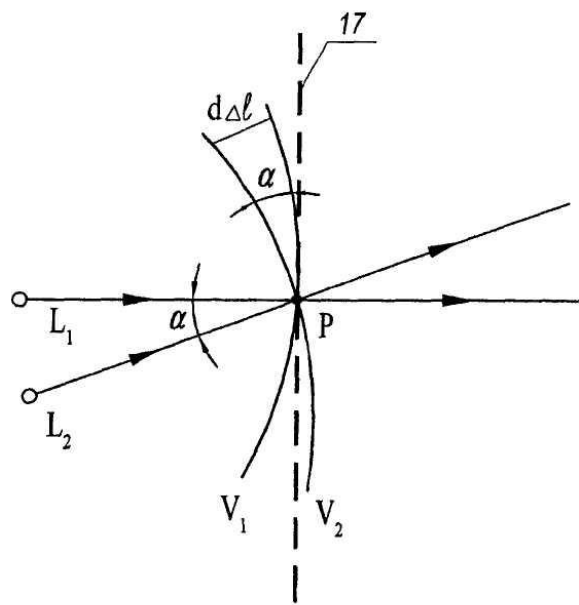
Фиг. 3



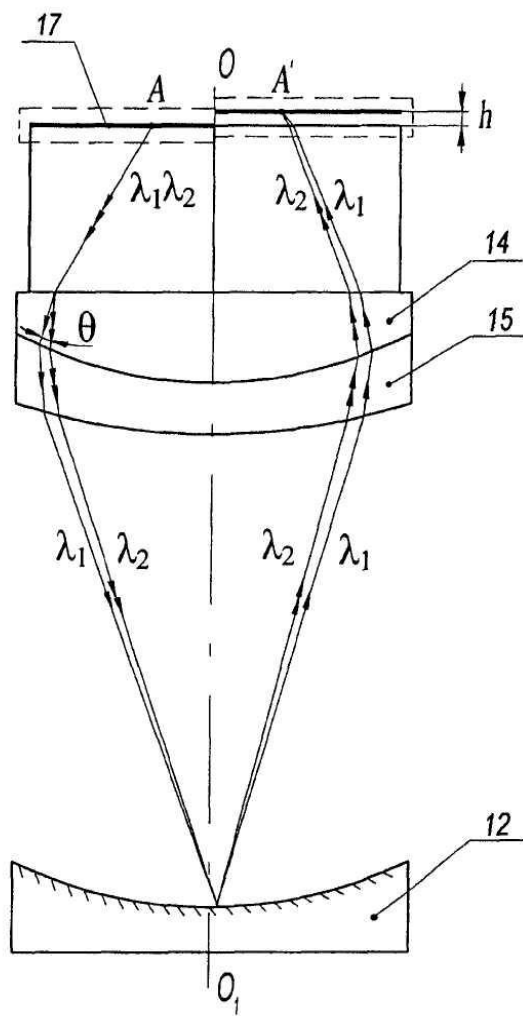
Фиг. 4



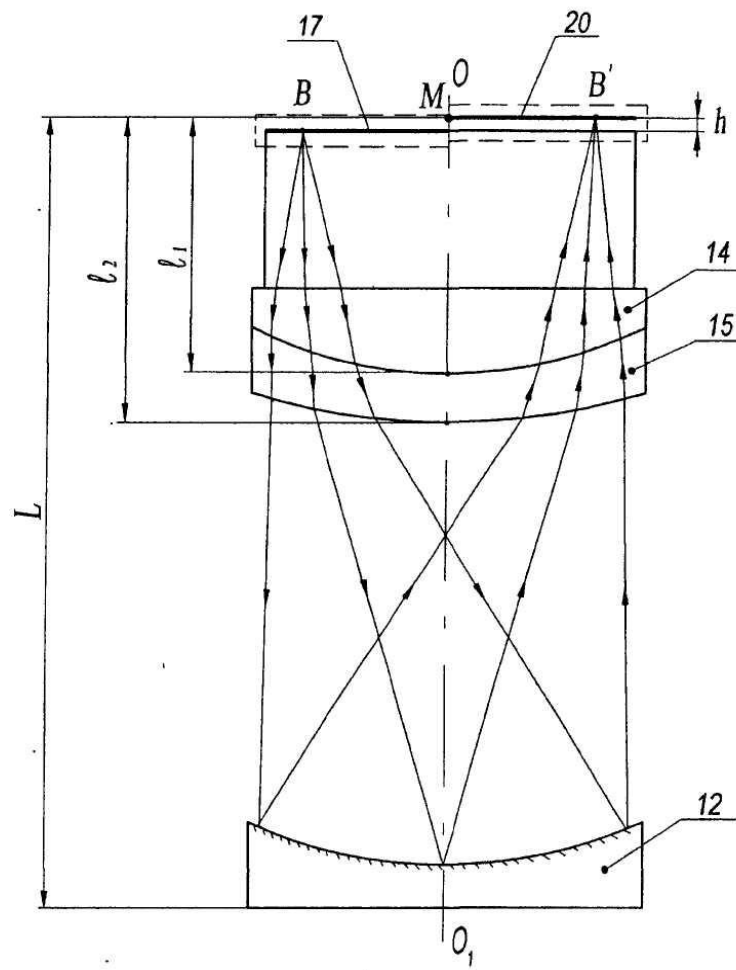
$\phi_{i.r.5}$



Фиг. 6



$\Phi_{\text{Fig. 7}}$



Фиг. 8

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601