



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118499** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
G01S 17/00
G01S 17/06 (2006.01)

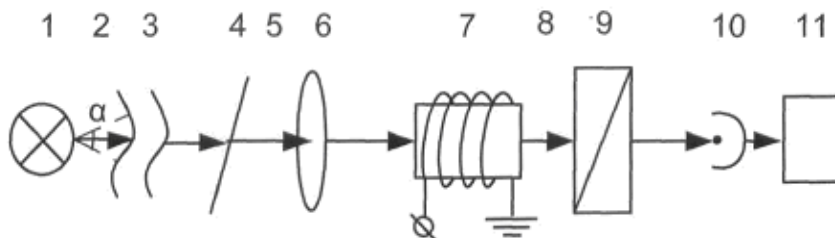
МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 02129	(72) Винахідник(и): Клочан Арсен Євгенійович (UA), Аль-Амморі Алі (UA), Тронько Володимир Дмитрович (UA), Романенко Віктор Григорович (UA), Васільєв Дмитро Петрович (UA), Касяненко Алла Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.03.2017	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ-10, 01010 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2017	(74) Представник: Краснокутська Зоя Ігорівна
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2017, Бюл.№ 15	

(54) ПОЛЯРИМЕТРИЧНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ НА ДЖЕРЕЛО ПОЛЯРИЗОВАНОГО ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**(57) Реферат:**

Поляриметричний спосіб визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання полягає в передачі та прийомі поляризованого випромінювання, перетворенні променя в електричний сигнал, нормуванні сигналу по інтенсивності та обчисленні кута взаємної орієнтації об'єктів. При цьому використовують два взаємопов'язаних канали вимірювання, в яких за плоскі кути взаємної орієнтації приймають плоскі кути падіння поляризованого випромінювання на діелектричну плоскопаралельну пластину. Плоскі кути падіння поляризованого випромінювання на діелектричну плоскопаралельну пластину визначають шляхом вимірювання азимута площини поляризації променя, що пройшов крізь діелектричну плоскопаралельну пластину.

**UA 118499 U**

Корисна модель належить до оптичної електроніки і призначена для автоматичного визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання, а також може бути використана в прецизійних системах забезпечення входження в зв'язок, в системах точного націлювання вузьких оптичних променів, системах траєкторних вимірювань, в системах забезпечення стійкого оптичного каналу передачі інформації, а також в автоматичних системах вимірювання координат і системах управління об'єктами, що рухаються.

Визначення азимутального напрямку на джерело випромінювання з метою визначення просторової орієнтації об'єктів - актуальна задача в навігації, в системах автоматичного управління та в інших областях застосування, де виникає потреба в визначенні взаємної просторової орієнтації об'єктів. Для дистанційного визначення взаємної орієнтації об'єктів в просторі використовуються різноманітні радіотехнічні методи: кутомірні, далекомірні, різницево-далекомірні; оптичні методи; поляризаційні методи; інерційні методи та інші. При цьому до таких засобів пред'являються вимоги метрологічного та експлуатаційного характеру. До метрологічних вимог належать вимоги високої точності та чутливості. До експлуатаційних вимог належать вимоги до габаритів, маси, умов експлуатації та інші. Кожен з перерахованих методів має свої переваги та недоліки, в порівнянні з іншими, та визначену сферу застосування. До переваг радіотехнічних методів належать велика дальність дії, розвинена наземна інфраструктура, можливість застосування в автоматичних системах, а до недоліків - потреба в потужних радіомаяках, недостатньо висока точність та чутливість. Радіотехнічні методи на сьогоднішній день мають дуже широке застосування. До переваг оптичних методів належать висока точність та чутливість, а до недоліків - висока вимога до якості оптичних деталей, невелика дальність дії (дальність прямої видимості), низька швидкість проведення вимірювань за рахунок необхідності проведення операцій фокусування зображення. До переваг інерційних методів належать автономність, компактність і мала маса датчиків, а до недоліків - накопичення похибки з часом, недостатньо висока точність та чутливість.

Поляризаційні методи мають наступні переваги: вони характеризуються високою чутливістю, простотою, малими габаритами та невисокими вимогами до якості оптичних деталей (крім поляризаційних елементів). Лінійний діапазон вимірювання поляризаційних пристроїв може досягати десятків градусів, при цьому похибка вимірювання не залежить від довжини оптичного каналу. Поляризаційні прилади нечутливі до турбулентності потоків і градієнтів температури в каналі вимірювання.

До недоліків поляризаційних методів належить зміна параметрів поляризованого випромінювання в процесі відбивання, заломлення, поглинання випромінювання елементами середовища розповсюдження.

Відомий спосіб визначення координат джерела випромінювання шляхом реєстрації повздовжніх фотострумів, що виникають в напівпровідниковій структурі при локальному опроміненні, та перетворенні величин фотострумів в координати [1]. Недоліками вказаного способу є недостатня точність визначення координат та значна чутливість до зовнішнього фону та температури, що значно обмежує область застосування способу.

Відомий спосіб визначення кутових координат джерела оптичного випромінювання, який полягає в тому, що випромінювання джерела фокусується на позиційно-чутливу матрицю у світлову пляму, де відбувається перетворення оптичних сигналів на елементах матриці в електричні, формуються сигнали, рівні сумам електричних сигналів з елементів матриці, які порівнюються з порогом виявлення, за результатами порівняння приймається рішення про наявність і положення світлової плями на відповідному елементі чи групі елементів матриці, за положенням якої на матриці визначаються кутові координати джерела випромінювання [2].

Недоліками вказаного способу є необхідність формувати за допомогою оптичної системи світлову пляму визначених розмірів та залежність вихідних характеристик матриці від розміру і форми плями, внаслідок чого виникає необхідність в проведенні операцій підлаштування, що, в свою чергу, призводить до зниження точності визначення кутових координат джерела оптичного випромінювання.

Відомий спосіб визначення напрямку на джерело оптичного випромінювання по розсіяній в атмосфері складовій, який ґрунтується на використанні трьох оптико-електронних координаторів (ОЕК) з матричними фотоприймачами з координатною прив'язкою фотоелементів координаторів, прийомі розсіяного аерозольними утвореннями випромінювання ОЕК, обчисленні кутових координат джерела оптичного випромінювання по координатам фотоелементів ОЕК, які мають максимальне значення вихідних сигналів [3].

Недоліками вказаного способу є вимога жорсткої установки ОЕК та чутливість до зовнішнього фону, що обмежує умови застосування та унеможлиблює його застосування в рухомих системах.

Відомий спосіб визначення напрямку на джерело оптичного випромінювання рухомими засобами, який ґрунтується на використанні двох оптико-електронних координаторів (ОЕК) з матричними приймачами [4], робота якого полягає в прийомі розсіяного аерозольними утвореннями випромінювання, джерела оптичного випромінювання, двома ОЕК встановленими на рухомих носіях, обчисленні кутових координат джерела оптичного випромінювання по координатам фотоелементів ОЕК, які мають максимальне значення вихідних сигналів.

Недоліками запропонованого способу є чутливість до зовнішнього фону, необхідність стабілізації положення ОЕК, необхідність орієнтування приймачів ОЕК, необхідність визначення координат місцезнаходження ОЕК за допомогою навігаційної системи та необхідність використання двох просторово віддалених ОЕК. При цьому динамічні похибки, похибки визначення місцеположення, похибки стабілізації, похибки орієнтування ведуть до значного зростання похибки визначення напрямку на джерело оптичного випромінювання. Зазначені недоліки призводять до зниження точності та значного ускладнення процесу визначення напрямку на джерело оптичного випромінювання.

Найбільш актуальним способом є поляризаційний спосіб визначення взаємної просторової орієнтації об'єктів, який полягає в передачі та прийомі поляризованого випромінювання двох різних довжин хвиль з їх модуляцією, діленням на два променя, їх перетворенням в електричні сигнали і нормуванням по інтенсивності та обчисленні кута взаємної орієнтації об'єктів [5].

Недоліками запропонованого способу є можливість визначення кута повороту випромінювача відносно приймача лише відносно однієї осі: відхилення по двох чи трьох осях не реєструється, а лише вносить похибку в вимірювання, а також, призводить до значного зниження точності при вимірюванні в динамічному режимі.

Задачею пропонованого поляриметричного способу визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання є підвищення точності визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання в динамічному режимі, автоматизація процесу вимірювання та визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання відносно двох осей: горизонтальної та вертикальної складових напрямку на джерело оптичного поляризованого випромінювання.

Поставлена задача вирішується наступним чином. Забезпечення підвищення точності визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання в динамічному режимі досягається завдяки застосуванню поляриметричних методів вимірювання та діелектричної плоскопаралельної пластини для перетворення кута падіння променя в поворот площини поляризації випромінювання. Забезпечення автоматизації процесу вимірювання досягається завдяки відсутності потреби в проведенні операцій фокусування зображення та проведенні операцій підлаштування. Забезпечення визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання відносно двох осей досягається завдяки застосуванню двох взаємопов'язаних каналів вимірювання.

Обладнання, яке необхідне для реалізації запропонованого способу, може мати у своєму складі варіативну частину у відповідності до цільових задач, що вирішуються. Але, незважаючи на це, створені на його основі вимірювальні системи здатні забезпечувати автономний процес вимірювання, завдяки наявності в них датчика первинної інформації і пристрою фіксації та обробки результатів вимірювань.

На кресленні введені наступні позначення: 1 - джерело випромінювання, 2 - потік поляризованих світлових променів, 3 - середовище розповсюдження, 4 - діелектрична плоскопаралельна пластина, 5 - промінь, що пройшов крізь пластину 4, 6 - фокусуюча лінза, 7 - модулятор, 8 - модульований промінь, 9 - аналізатор, 10 - фотодетектор, 11 - пристрій обробки результатів вимірювання.

Суть роботи одного каналу запропонованого способу полягає в наступному. Джерело випромінювання 1, генерує потік поляризованих світлових променів 2 з визначеним азимутом площини поляризації з певним кутом розсіювання α . Потік поляризованих світлових променів 2 проходить через середовище розповсюдження 3 і падає на діелектричну плоскопаралельну пластину 4, яка забезпечує поворот площини поляризації променя 5, що пройшов крізь пластину 4, залежно від кута падіння. За допомогою фокусуючої лінзи 6 промінь 5, що пройшов крізь пластину 4, фокусується на модуляторі 7, який призначений для модуляції поляризованого випромінювання в змінному магнітному полі для підвищення чутливості вимірювання. Після модулятора 7 модульований промінь 8 падає на аналізатор 9, який призначений для визначення азимуту площини поляризації променя 5, що пройшов крізь пластину 4. Фотодетектор 10 забезпечує перетворення значення азимуту площини поляризації променя в електричний сигнал, який надходить в пристрій обробки результатів вимірювання 11, де відбувається первинна обробка результатів вимірювання.

Залежність азимута площини поляризації φ_d променя 5, що пройшов крізь пластину 4, від кута падіння і ґрунтується на формулах Френеля і має наступний вигляд:

$$\varphi_d = \arctg(\cos^2(i-r) \cdot \tg(\varphi_e)), \quad (1)$$

де φ_d - азимут площини поляризації променя, що пройшов крізь пластину;

5 i - кут падіння випромінювання на плоскопаралельну діелектричну пластину;

r - кут заломлення випромінювання, який пов'язаний з кутом падіння через закон Снеліуса;

φ_e - азимут площини поляризації падаючого променя.

Таким чином поляриметричний метод вимірювання забезпечує вимірювання азимуту площини поляризації променя 5, що пройшов крізь пластину 4, з високою точністю та чутливістю. Азимут площини поляризації φ_d променя 5, що пройшов крізь діелектричну пластину 4, пов'язаний з кутом падіння і залежністю (1).

В загальному випадку залежність просторового кута падіння "i" від значень плоских кутів падіння має наступний вигляд:

$$i = \arctg \sqrt{\tg^2 i_r + \tg^2 i_b},$$

15 де i - просторовий кут падіння;

i_r - плоский кут падіння в горизонтальній площині;

i_b - плоский кут падіння в вертикальній площині.

Таким чином використання двох каналів вимірювання та алгоритму обробки результатів вимірювання дозволить визначити напрямок на джерело поляризованого випромінювання в горизонтальній та вертикальній площинах.

Таким чином запропонований спосіб вимірювання дозволяє пристосувати високоточний поляриметричний метод вимірювання для вирішення задач визначення напрямку на джерело поляризованого випромінювання та визначення взаємної просторової орієнтації об'єктів.

25 Джерела інформації:

1. Патент 4188 UA, МПК 7 H01L31/08. Спосіб визначення координат джерела випромінювання / Литвин І.С.; заявник Тернопільська академія народного господарства. - № 2004021423; заявл. 27.02.2004; опубл. 17.01.2005, бюл. № 1, 2005 р.

2. Патент 40305 UA, МПК H01L31/05, H01L31/042. Спосіб визначення кутових координат джерела оптичного випромінювання / Воронько А.О., Москаленко М.А., Потапова Г.К., Туровський А.О., заявник Закрите акціонерне товариство науково-виробничий концерн "НАУКА", Державне підприємство "Державний науково-дослідний центр "ФОНОН". № u200814874; заявл. 24.12.2008; опубл. 25.03.2009, бюл. № 6, 2009 р.

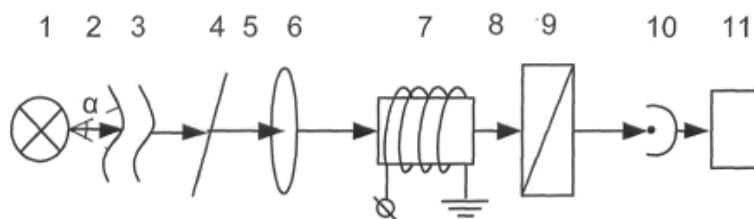
3. Патент 2357272 RU, МПК G01S17/06. Способ определения направлений на источники оптического излучения по рассеянной в атмосфере составляющей / Гревцев А.И., Козирацкий А.Ю., Козирацкий Ю.Л., Кулешов П.Е., Кусакин А.В., Куцев С.С., Паринов М.Л., Прохоров Д.В., Хаджиева Я.Я., Хакимов Н.Т., заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежское высшее военное авиационное инженерное училище (военный институт). № 2007105646/28; заявл. 20.08.2008; опубл. 27.05.2009, бюл. № 15, 2009 г.

4. Патент 2516441 RU, МПК G01S17/06 Способ определения направления на источник оптического излучения подвижными средствами / Кулешов П.Е., Козирацкий Ю.Л., Кильдюшевский В.М., Аль Рахья А., заявитель Федеральное государственное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Военный авиационный инженерный университет" (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации. № 2012111875/07; заявл. 27.03.2012; опубл. 10.10.2013, бюл. № 28, 2013 г.

5. Патент 2310162 RU, МПК G01C 15 Поляризационный способ определения взаимной пространственной ориентации объектов и устройство для его реализации / Вицинский С.А., Ловчий И.Л., Вензель В.И., Чудаков Ю.И., заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие научно-исследовательский институт комплексных испытаний оптико-электронных приборов и систем (ФГУП НИИКИ ОЭП). № 2006129743/28; заявл. 16.08.2006; опубл. 10.11.2007, бюл. № 31, 2007 г.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Поляриметричний спосіб визначення напрямку на джерело поляризованого оптичного випромінювання, що полягає в передачі та прийомі поляризованого випромінювання, перетворенні променя в електричний сигнал, нормуванні сигналу по інтенсивності та обчисленні кута взаємної орієнтації об'єктів, який **відрізняється** тим, що використовують два взаємопов'язаних канали вимірювання, в яких за плоскі кути взаємної орієнтації приймають
- 10 плоскі кути падіння поляризованого випромінювання на діелектричну плоскопаралельну пластину, а плоскі кути падіння поляризованого випромінювання на діелектричну плоскопаралельну пластину визначають шляхом вимірювання азимута площини поляризації променя, що пройшов крізь діелектричну плоскопаралельну пластину.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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