



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **139855** (13) **U**  
(51) МПК  
**G02B 6/26** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

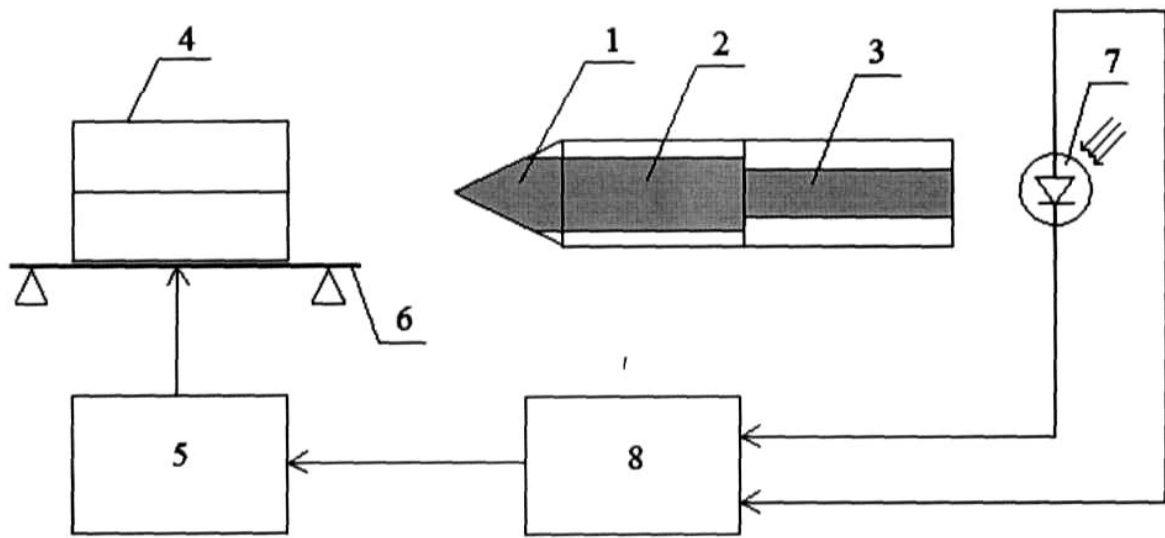
(21) Номер заявки: <b>u 2019 06855</b>	(72) Винахідник(и): <b>Невлюдов Ігор Шакірович (UA), Малик Борис Олексійович (UA), Токарева Олена Віталіївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>18.06.2019</b>	(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.01.2020</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.01.2020, Бюл.№ 2</b>	

## (54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ УЗГОДЖУЮЧОЇ СЕКЦІЇ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН

### (57) Реферат:

Спосіб виготовлення узгоджуючої секції оптичних волокон полягає у виготовленні узгоджуючої секції у вигляді клиноподібного багатомодового оптичного волокна, яке отримують, послідовно зрощуючи два відрізки багатомодових градієнтних оптичних світловодів різних видів і одномодового волоконного світловоду. Межу розділу між різними ділянками з'єднаних оптичних волокон визначають за допомогою проекції на двокоординатний фотоелектричний прилад зображення картини. Сигнал з фотоелектричного приладу у вигляді матриці значень сигналу з кожного елемента цього приладу опрацьовується для визначення межі розділу між волокнами. Після цього лезо сколювача переміщається на задану відстань від місця розподілу в повздовжньому відносно волокна напрямку, наносячи дефект на поверхню волокна. Ділянка волокна за місцем нанесення дефекту деформується в поперечному напрямку, розвиваючи дефект в тіло волокна до утворення наскрізного відколу. Виконують визначення отриманих параметрів узгоджуючої секції, необхідних для максимальної передачі оптичної енергії. Проводять виміри рівня оптичного сигналу на виході узгоджуючої секції при переміщенні джерела випромінювання на однаковій відстані по координаті в площині рп переходу, в перпендикулярній площині рп переходу, при переміщенні джерела випромінювання по відстані в площині рп переходу для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції. На виході узгоджуючої секції вимірюється кількість оптичної енергії для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела випромінювання в лінію передачі.

UA 139855 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до волоконної оптики і може бути використана в технологічних процесах виготовлення узгоджуваних секцій оптичних волокон, призначених для узгодження оптичних волокон і елементів оптичного тракту, що сполучаються з ними, за оптичними та геометричними параметрами.

5       Необхідність узгодження виникає при стиковці оптичних волокон з різними оптичними і геометричними параметрами, а також при стиковці оптичних волокон і інших елементів оптоволоконних систем, таких як випромінювачі, фотоприймачі і тому подібне. [RUN№2023982 (C1), G01B 21/00, опубл. 30.11.1994; RU № 2286581 (C2), G01P3/36, G01C19/64, G01C19/72, опубл. 20.04.2005].

10       Відомо застосування в світловодних трактах для узгодження пучків світла різних світловодів додаткової фокусувальної оптики, див., Наприклад, патенти: US № 4294511, G02B 5/16, 13.10.1981; RU № 2024892 15 (C1), G02B 6/34, G02B 6/32, 15.12.1994; RUN№ 2079151 (C1), G02B 6/32, 10.05.1997; RUN№ 2153214 (C1), H01S 3/06, H01S 3/091, G02B 6/22, 20.07.2000. Недоліками застосування фокусувальної оптики, що представлена в наведених патентах, є, зокрема, втрати світла через відбиття від поверхні лінз і обмежена область застосування через великі габарити лінз.

15       Відомо застосування як узгоджувальних елементів мікролінз, сформованих на торцях оптичних волокон для узгодження апертур оптичних волокон і джерел оптичного випромінювання. Наприклад, в патенті SU № 1332253, G02B 6/32, 23.08.1987 описаний спосіб формування мікролінзи на торці оптичного волокна, що полягає в тому, що попередньо виготовлену навіску скла певного обсягу установлюють на торці оптичного волокна і розплавляють за допомогою СВЧ нагріваючого елемента. За рахунок поверхневого натягу і змочування торця оптичного волокна рідке скло приймає сферичну форму, утворюючи тим самим після свого охолодження плосковипуклу мікролінзу. Параметри цієї мікролінзи (наприклад, фокусна відстань) визначаються кривизною сферичної поверхні, яка, в свою чергу, залежить від обсягу навіски скла. Аналогічний принцип формування мікролінзи на торці оптичного волокна з розплаву скла певного обсягу реалізований в способі, описаному в патенті JP № 56025703, G02B 6/24, G02B 6/255, G02B 6/32, 12.03.1981, де розплавляють кінець скляного стрижня, пристикований до торця оптичного волокна.

20       Відомий також спосіб формування мікролінзи на торці оптичного волокна, описаний в патенті US № 4067937, B01D 47/00, C03B 11/08, C03C 25/02, 10.01.1978, де торець оптичного волокна умочують в розплав скла, порція якого перед цим розташовується на відповідній підкладці. Спільною особливістю цих способів є те, що формування мікролінз на торцях оптичних волокон не супроводжується змінами самих волокон (геометричних розмірів і

25       оптичних характеристик).

30       Відомо про використання в світловодних лініях зв'язку спеціальних сполучних елементів для узгодження оптичних волокон і других складових оптичного тракту [K. Shiraishi, H. Yoda, T. Endo, and I. Tomita, "A lensed GIO fiber with along working distance for the coupling between laser diodes with elliptical fields and single-mode", IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 16, no. 4, pp. 1104-1106. - Apr. 2004; H. Yoda and K. Shiraishi, "A new scheme of a lensed fiber employing a wedge-shaped graded-index fiber tip for the coupling between high-power laser diodes and single-mode fibers", J. Lightw. Technol., vol. 19, no. 12, pp. 1910-1917. - Dec. 2001 H. Yoda, T. Endo, and K. Shiraishi, "Cascaded GI-fiber chips with a wedge-shaped end for the coupling between an SMF and a high power LD with large astigmatism", J. Lightw. Technol., vol. 20, no. 8, pp. 1545-1548. - Aug. 2002].

35       Недоліками аналогів є те, що геометричні розміри узгоджуваних елементів та їх взаємне розміщення підтримуються при виготовленні та експлуатації без точного визначення для максимальної ефективності узгодження. При потребі визначення і забезпечення розмірів окремих складових узгоджувального пристрою та їх взаємне розміщення з точністю до мікрометрів не пропонуються шляхи досягнення і технологія виготовлення з урахуванням контролю як

40       всього пристрою, так і окремих його складових.

45       Відомий спосіб виготовлення узгоджувальної секції оптичного волокна, прийнятий як прототип (Пат UA 122687, МПК(2006.1) G02B 6/26, опубл. 25.01.2018, бюл. № 2), полягає в тому, що у виготовленні узгоджувальної секції у вигляді клиноподібного багатомодового оптичного волокна, яке отримують послідовно зрощуючи два відрізки багатомодових градієнтних оптичних

50       світловодів різних видів і одномодового волоконного світловоду, межу розділення між різними ділянками з'єднаних оптичних волокон визначають за допомогою проєкції на двокоординатний фотоелектричний прилад зображення картини, що являє собою суперпозицію електромагнітних хвиль оптичного діапазону, що утворюються при проходженні через оптичні волокна паралельних світлових променів, які взаємодіють між собою, створюючи смугасту картину, яка

55       однозначно відображає розподіл енергії по смугах відповідно до оптичних та геометричних

60

параметрів волокон, після чого сигнал з фотоелектричного приладу у вигляді матриці значень сигналу з кожного елемента цього приладу опрацьовують для визначення межі розділу між волокнами, після визначення межі розподілу між різними ділянками з'єднань оптичних волокон лезо сколювача переміщається на задану відстань від місця розподілу в повздовжньому відносно волокна напрямку, де переміщається в поперечному відносно волокна напрямку, наносючи дефект на поверхню волокна, а потім ділянка волокна за місцем нанесення дефекту деформується в поперечному напрямку, розвиваючи дефект в тіло волокна до утворення наскрізного відколу (найближчий аналог).

Недоліками найближчого аналога є те, що після визначення місця розподілу між волокнами та утворення наскрізного відколу не визначається відносно положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела в лінію передачі.

В основу корисної моделі поставлена задача визначення відносного положення джерела випромінювання (наприклад напівпровідникового лазера) і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела в лінію передачі завдяки тому, що на вхід узгоджуючої секції подається оптичне випромінювання від джерела випромінювання, що може переміщатися на однаковій відстані по координаті в площині  $rp$  переходу, а також в перпендикулярній площині, а також при переміщенні джерела по відстані в площині  $rp$  переходу для визначення відносного положення джерела і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела в лінію передачі.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення узгоджуючої секції оптичних волокон у вигляді клиноподібного багатомодового оптичного волокна, яке отримують, послідовно зрощуючи два відрізки багатомодових градієнтних оптичних світловодів різних видів і одномодового волоконного світловоду, а межу розділу між різними ділянками з'єднаних оптичних волокон визначають за допомогою проекції на двокоординатний фотоелектричний прилад зображення картини, що являє собою суперпозицію електромагнітних хвиль оптичного діапазону, що утворюються при проходженні через оптичні волокна паралельних світлових променів, які взаємодіють між собою, створюючи смугасту картину, яка однозначно відображає розподіл енергії по смугах відповідно до оптичних та геометричних параметрів волокон, після чого сигнал з фотоелектричного приладу у вигляді матриці значень сигналу з кожного елемента цього приладу опрацьовується для визначення межі розділу між волокнами, після визначення межі розподілу між різними ділянками з'єднань оптичних волокон лезо сколювача переміщається на задану відстань від місця розподілу в повздовжньому відносно волокна напрямку, де переміщається в поперечному відносно волокна напрямку, наносючи дефект на поверхню волокна, а потім ділянка волокна за місцем нанесення дефекту деформується в поперечному напрямку, розвиваючи дефект в тіло волокна до утворення наскрізного відколу, згідно з корисною моделлю, після утворення наскрізного відколу виконують визначення отриманих параметрів узгоджуючої секції необхідних для максимальної передачі оптичної енергії, проводять виміри рівня оптичного сигналу на виході узгоджуючої секції при переміщенні джерела випромінювання на однаковій відстані по координаті в площині  $rp$  переходу, в перпендикулярній площині  $rp$  переходу, по відстані в площині  $rp$  переходу для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, а на виході узгоджуючої секції вимірюється кількість оптичної енергії для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела випромінювання в лінію передачі.

Суть способу, що заявляється, пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 представлено структурну схему установки для виготовлення узгоджуючої секції, на фіг. пояснюється послідовність реалізації способу, на фіг. 3 представлений загальний алгоритм виготовлення узгоджуючої секції та визначення її параметрів.

Спосіб реалізується наступним чином.

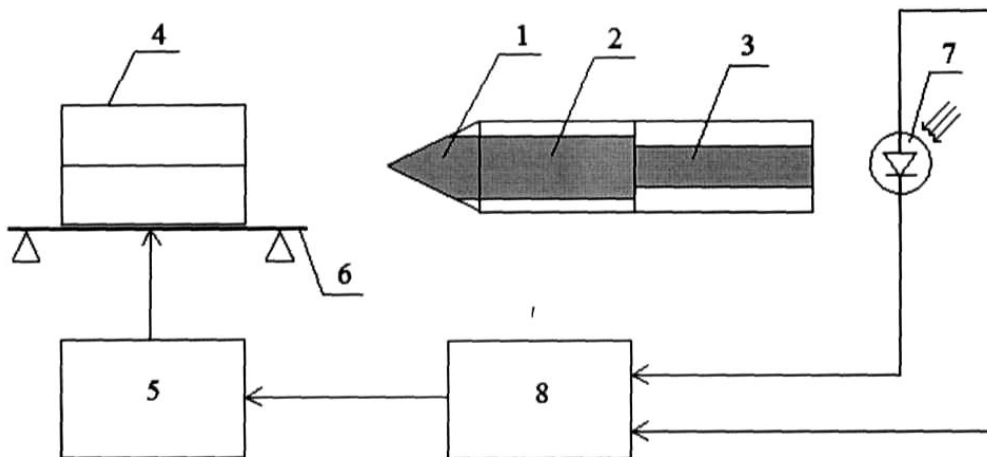
Після визначення місця з'єднання відрізків оптичних волокон 1 - БГС1 та 2 - БГС2 (фіг. 1) (наприклад, за допомогою зварювання) інформацію про місце розподілу і необхідну довжину секції БГС2 та утворення наскрізного відколу для подальшого з'єднання з 3 - ОВС, на вхід узгоджуючої секції подається оптичне випромінювання від джерела випромінювання (наприклад напівпровідникового лазера) 4, що може переміщатися на однаковій відстані ( $R$ ) по координаті в площині  $rp$  переходу (фіг. 2а), в перпендикулярній площині  $rp$  переходу на відстані ( $R$ ) (фіг. 2б), а також при переміщенні джерела випромінювання по відстані ( $L$ ) в площині  $rp$  переходу (фіг. 2в) для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела в лінію передачі. Джерело випромінювання 4 переміщається відносно узгоджуючої секції за допомогою приводу 5

та трикоординатного стола 6. Інформація з фотоприймача 7 опрацьовується мікроконтролером 8, який керує приводом переміщення джерела випромінювання та вираховує оптимальне відносне положення джерела випромінювання та узгоджуючої секції.

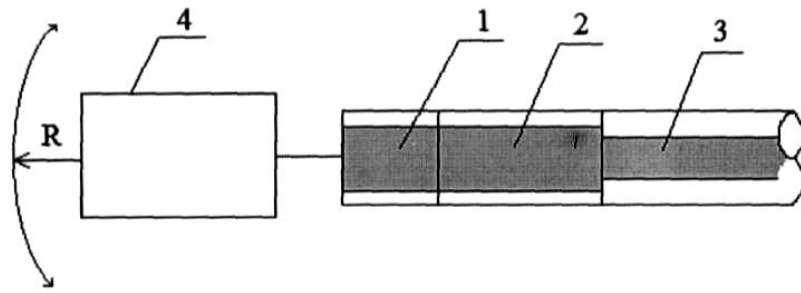
5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

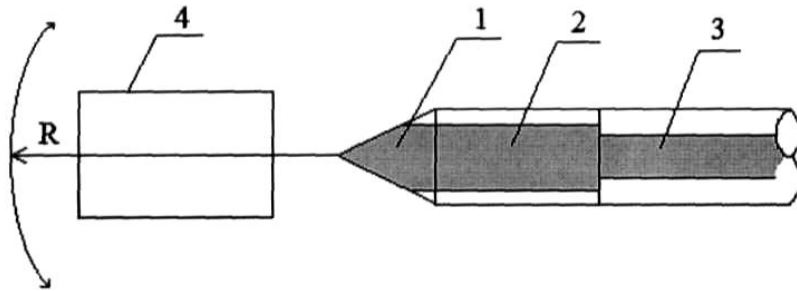
Спосіб виготовлення узгоджуючої секції оптичних волокон, що полягає у виготовленні узгоджуючої секції у вигляді клиноподібного багатомодового оптичного волокна, яке отримують, послідовно зрощуючи два відрізки багатомодових градієнтних оптичних світловодів різних видів і одномодового волоконного світловоду, а межу розділу між різними ділянками з'єднаних оптичних волокон визначають за допомогою проєкції на двокоординатний фотоелектричний прилад зображення картини, що являє собою суперпозицію електромагнітних хвиль оптичного діапазону, що утворюються при проходженні через оптичні волокна паралельних світлових променів, які взаємодіють між собою, створюючи смугасту картину, яка однозначно відображає розподіл енергії по смугах відповідно до оптичних та геометричних параметрів волокон, після чого сигнал з фотоелектричного приладу у вигляді матриці значень сигналу з кожного елемента цього приладу опрацьовується для визначення межі розділу між волокнами, після визначення межі розподілу між різними ділянками з'єднань оптичних волокон лезо сколювача переміщається на задану відстань від місця розподілу в повздовжньому відносно волокна напрямку, де переміщається в поперечному відносно волокна напрямку, наносячи дефект на поверхню волокна, а потім ділянка волокна за місцем нанесення дефекту деформується в поперечному напрямку, розвиваючи дефект в тіло волокна до утворення наскрізного відколу, який **відрізняється** тим, що після утворення наскрізного відколу виконують визначення отриманих параметрів узгоджуючої секції, необхідних для максимальної передачі оптичної енергії, проводять виміри рівня оптичного сигналу на виході узгоджуючої секції при переміщенні джерела випромінювання на однаковій відстані по координаті в площині  $r_p$  переходу, в перпендикулярній площині  $r_p$  переходу, при переміщенні джерела випромінювання по відстані в площині  $r_p$  переходу для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, а на виході узгоджуючої секції вимірюється кількість оптичної енергії для визначення відносного положення джерела випромінювання і узгоджуючої секції, яке забезпечує максимальну кількість енергії, що передається від джерела випромінювання в лінію передачі.



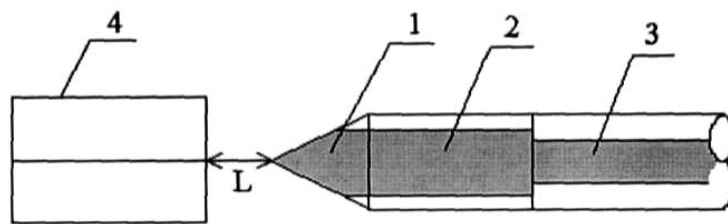
Фіг. 1



а) переміщення в площині  $pn$  переходу



б) переміщення в перпендикулярній площині  $pn$  переходу



б) переміщення по відстані

Фіг. 2



Загальний алгоритм роботи приладу

Фіг. 3

---

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

---

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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