



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25481 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G02B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200703599

(22) 02.04.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Кожем'яко Володимир Прокопович, Лисенко Геннадій Леонідович, Цирульник Сергій Михайлович, Кобзаренко Руслан Леонідович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Волоконно-оптичний запам'ятовуючий пристрій, який складається з першого та другого Х-відгалужувачів, першого та другого відрізків волокна, вхідний торець першого відрізка волокна, що є входом пристрою, з'єднаний з першим входом першого Х-відгалужувача, перший вихід першого Х-відгалужувача з'єднаний з першим входом другого Х-відгалужувача продовженням першого відрізка волокна, вихідний торець першого відрізка волокна, що є виходом пристрою, з'єднаний з пе-

ршим виходом другого Х-відгалужувача, вхідний торець другого відрізка волокна з'єднаний з другим входом другого Х-відгалужувача, другий вихід другого Х-відгалужувача з'єднаний з другим входом першого Х-відгалужувача продовженням другого відрізка волокна, вихідний торець другого відрізка волокна з'єднаний з другим виходом першого Х-відгалужувача, який **відрізняється** тим, що як перший та другий Х-відгалужувачі використано електрооптичні LiNbO<sub>3</sub> комутатори з електричними входами керування, а як перший та другий відрізки волокна використані відрізки одномодового волокна зі зміщеною дисперсією NZDSF типу SMF-LS для забезпечення умов зберігання коротких оптичних імпульсів на довжині хвилі 1,55 мкм, вхідний торець другого відрізка волокна є другим входом пристрою, вихідний торець другого відрізка волокна є другим виходом пристрою.

Корисна модель відноситься до галузі оптичних спецпроцесорів: до динамічних оптичних оперативних запам'ятовуючих пристроїв.

Відомий пристрій „Волоконно-оптична лінійна пам'ять" [“In-line Fiber Optic Memory”, US Patent 4,708,421, Emmanuel Desurvire, Michel J.F. Digonnet, J.Shaw, Nov.24, 1987], що складається з синхронізованих генератора оптичних сигналів та джерела накачки з механічним переривачем, відрізка одномодового волокна, сформованого в петлю затримки, направлено Х-відгалужувача, об'єктиву, першого та другого відкритих оптичних каналів, напівпрозорого дзеркала, монохроматора, фотодетектора та осцилографа, синхронізований генератор оптичних сигналів з'єднаний відрізком одномодового волокна з першим входом направлено Х-з'єднувача, перший вихід направлено Х-відгалужувача з'єднаний з другим входом направлено Х-відгалужувача продовженням відрізка одномодового волокна, сформованого в петлю, другий вихід направлено Х-відгалужувача з'єднаний з об'єктивом, продовженням відрізка одномодового волокна, об'єктив за допомогою

першого відкритого оптичного каналу через напівпрозоре дзеркало з'єднаний з монохроматором, монохроматор з'єднаний продовженням першого оптичного каналу з фото детектором, що електрично з'єднаний з осцилографом, синхронізоване джерело накачки через механічний переривач і напівпрозоре дзеркало з'єднане за допомогою другого відкритого оптичного каналу з об'єктивом.

Недоліком такої пам'яті є, по-перше, складність налаштування, оскільки потрібна синхронізація генератора оптичних сигналів та джерела накачки з механічним переривачем; по-друге обмежені функціональні можливості, оскільки в пристрої не передбачена можливість динамічної зміни часу зчитування збереженого оптичного сигналу, потретьє, значні габаритні розміри, так як довжина лінії затримки (вона складає близько 1км) повинна бути пропорційна періоду вихідних імпульсів; по-четверте підвищене енергетичне споживання, оскільки частина енергії накачки джерела корисно використовується для підвищення амплітуди серії вихідних імпульсів, а частина розсіюється у вигляді тепла.

(13) U

(11) 25481

(19) UA

Найбільш близькою за технічною суттю є волоконно-оптична рециркуляційна пам'ять на основі двох направлених Х-відгалужувачів ["Dual coupler fiber optic recirculating memory", US Patent 4,479,701, A. Steven et al, October 30, 1984], яка складається з лазера, модулятора, першого відрізка одномодового волокна, в подальшому першого відрізка волокна, що формує волоконно-оптичний вхід та вихід пристрою, другого відрізка одномодового волокна, в подальшому другого відрізка волокна, довжиною 200м, що сформований в петлю для циркуляції оптичного сигналу, першого і другого направлених Х-відгалужувачів, в подальшому першого та другого Х-відгалужувачів, з однаковими коефіцієнтами передачі, та декодера/процесора даних. Лазерне випромінювання, яке використовується для подачі в модулятор, який з'єднаний за допомогою першого відрізка волокна з другим входом першого Х-відгалужувача, другий вихід якого з'єднаний з другим входом другого Х-відгалужувача продовженням першого відрізка волокна; другий вихід, що є продовженням першого відрізка волокна, з'єднаний з декодером/процесором, перший вихід другого Х-відгалужувача з'єднаний з першим входом першого Х-відгалужувача другим відрізком волокна, першим виходом першого Х-відгалужувача є вихідний торець другого відрізка волокна, другим входом другого Х-відгалужувача є вхідний торець другого відрізка волокна.

Недоліком цього пристрою є, по-перше, низька ефективність, так як через необхідність одержання серії вихідних імпульсів з спадаючою амплітудою приблизно однакового рівня для декодера/процесора, в якому відсутній амплітудний обмежувач, значна частина (96%) оптичного вхідного сигналу втрачається; по-друге обмежені функціональні можливості, оскільки в пристрої не передбачена можливість динамічної зміни часу зчитування збереженого оптичного сигналу; по-третє, значні габаритні розміри, так як довжина лінії затримки повинна бути пропорційна періоду вихідних імпульсів.

В основу даної корисної моделі поставлена задача створення волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою, в якому за рахунок застосування оптичної елементної бази та волоконно-оптичних технологій вдається збільшити ефективність, розширити функціональні можливості, зменшити габарити, забезпечити умови зберігання імпульсів без розширення, що надає можливість працювати з імпульсами малої тривалості (десятьки фемтосекунд), що розширює галузь використання пристрою у оптичних інформаційно-обчислювальних системах.

Поставлена задача досягається тим, що в волоконно-оптичний запам'ятовуючий пристрій, який складається з першого та другого Х-відгалужувачів, першого та другого відрізків волокна, вхідний торець першого відрізка волокна, що є входом пристрою, з'єднаний з першим входом першого Х-відгалужувача, перший вихід першого Х-відгалужувача з'єднаний з першим входом другого Х-відгалужувача продовженням першого відрізка волокна, вихідний торець першого відрізка

волокна, що є виходом пристрою, з'єднаний з першим виходом другого Х-відгалужувача, вхідний торець другого відрізка волокна з'єднаний з другим входом другого Х-відгалужувача, другий вихід другого Х-відгалужувача з'єднаний з другим входом першого Х-відгалужувача продовженням другого відрізка волокна, вихідний торець другого відрізка волокна з'єднаний з другим виходом першого Х-відгалужувача, причому в якості першого та другого Х-відгалужувачів використано електрооптичні LiNbO<sub>3</sub> комутатори з електричними входами керування, а в якості першого та другого відрізків волокна використані відрізки одномодового волокна зі зміщеною дисперсією NZDSF типу SMF-LS для забезпечення умов зберігання коротких оптичних імпульсів на довжині хвилі 1,55мкм, вхідний торець другого відрізка одномодового волокна зі зміщеною дисперсією NZDSF типу SMF-LS є другим входом пристрою, вихідний торець другого відрізка одномодового волокна зі зміщеною дисперсією NZDSF типу SMF-LS є другим виходом пристрою.

На кресленні зображена схема волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою.

Волоконно-оптичний запам'ятовуючий пристрій містить перший 1 та другий 2 електрооптичні LiNbO<sub>3</sub> комутатори з електричними входами керування, перший 3 та другий 4 відрізки волокна. Перший електрооптичний LiNbO<sub>3</sub> комутатор 1 має перший 5 та другий 6 волоконно-оптичні входи, перший 7 та другий 8 волоконно-оптичні виходи та електричний вхід керування 9; другий електрооптичний LiNbO<sub>3</sub> комутатор 2 має перший 10 та другий 11 волоконно-оптичні входи, перший 12 та другий 13 волоконно-оптичні виходи та електричний вхід керування 14. Пристрій містить перший 15 та другий 16 оптичні входи, якими виступають вхідні торці першого 3 та другого 4 відрізків волокон відповідно, та перший 17 і другий 18 оптичні виходи, якими виступають вихідні торці першого 3 та другого 4 відрізків волокон відповідно.

Перший оптичний вхід 15 пристрою з'єднаний з першим входом 5 першого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 1, перший вихід 7 першого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 1 з'єднаний продовженням першого відрізка волокна 3 з першим входом 10 другого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 2, перший оптичний вихід 17 з'єднаний з першим виходом 12 другого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 2, другий оптичний вхід 16 пристрою з'єднаний з другим входом 11 другого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 2, другий вихід 13 другого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 2 з'єднаний продовженням другого відрізка оптичного волокна 4, що сформований в петлю, з другим входом 6 першого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 1, другий оптичний вихід 18 пристрою з'єднаний з другим виходом 8 першого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 1.

Пристрій працює наступним чином. У перший момент часу відсутній сигнал на електричному вході керування 9 першого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 1, таким чином перший електрооптичний LiNbO<sub>3</sub> комутатор 1 закритий, а електричний сигнал на електричному вході керування 14 другого електрооптичного LiNbO<sub>3</sub> комутатора 2

присутній, таким чином другий електрооптичний  $\text{LiNbO}_3$  комутатор 2 відкритий. На перший оптичний вхід 15 пристрою подається вхідний оптичний сигнал, що проходить через перший вхід 5 на перший вихід 7 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1, з якого оптичний сигнал через продовження першого відрізка волокна 3 передається через перший вхід 10 на другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2. В наступний момент часу подається сигнал на електричний вхід керування 9 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1, що переводить його у відкритий стан, і оптичний сигнал з другого виходу 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2 потрапляє через другий вхід 6 на перший вихід 7 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1. Таким чином відбувається збереження оптичного сигналу, що був поданий з першого оптичного входу 15, і який продовжує циркулювати по контуру: перший вхід 10 другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2 - продовження другого відрізка волокна 4 - другий вхід 6 другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2 в волоконно-оптичному запам'ятовуючому пристрої.

Збереження оптичного сигналу, поданого з другого оптичного входу 16 пристрою відбувається наступним чином. У перший момент часу присутній сигнал на електричному вході керування 9 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1, таким чином перший електрооптичний  $\text{LiNbO}_3$  комутатор 1 відкритий, а сигнал на електричному вході керування 14 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2 відсутній, таким чином другий електрооптичний  $\text{LiNbO}_3$  комутатор 2 закритий. На другий оптичний вхід 16 пристрою подається вхідний оптичний сигнал, що проходить через другий вхід 11 на другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2, з якого оптичний сигнал через продовження другого відрізка волокна 4 передається через другий вхід 6 на перший вихід 7 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1. В наступний момент часу подається сигнал на електричний вхід керування 14 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2, що переводить його у відкритий стан, і оптичний сигнал з першого виходу 7 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1 потрапляє через перший вхід 10 на другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2.

Таким чином відбувається збереження оптичного сигналу, що був поданий з другого оптичного входу 16, і який продовжує циркулювати по контуру: перший вхід 10 другий вихід 13 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2 - продовження другого відрізка волокна 4 - другий вхід 6 другий вихід 13 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1 в волоконно-оптичному запам'ятовуючому пристрої.

Зчитування з першого оптичного виходу 17 збереженого оптичного сигналу відбувається наступним чином. Після збереження, описаного вище, оптичного сигналу в пристрої припиняється подача сигналу на електричний вхід керування 14 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2, що призводить до його закривання, таким чином контур циркуляції оптичного сигналу, описаного вище, переривається, і оптичний сигнал через перший вхід 10 потрапляє на перший вихід 12 другого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 2, далі на перший оптичний вихід 17 пристрою.

Зчитування з другого оптичного виходу 18 збереженого оптичного сигналу відбувається наступним чином. Після збереження, описаного вище, оптичного сигналу в пристрої припиняється подача сигналу на електричний вхід керування 9 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1, що призводить до його закривання, таким чином контур циркуляції оптичного сигналу, описаного вище, переривається, і оптичний сигнал через другий вхід 6 потрапляє на другий вихід 8 першого електрооптичного  $\text{LiNbO}_3$  комутатора 1, далі на другий оптичний вихід 18 пристрою.

Оптичні імпульси малої тривалості, які можна отримати від волоконного фемтосекундного лазера (100фс) з довжиною хвилі 1,55мкм, циркулюють по замкнутому контуру без спотворення їх форми. Причиною розширення тривалості імпульсів є хроматична та поляризаційна модова дисперсія. Застосувавши волокно NZDSF типу SMF-LS з від'ємним значенням показника хроматичної дисперсії -3,5(пс/нм<sup>2</sup>км) можна компенсувати значення поляризаційної модової дисперсії, що дозволяє отримати час зберігання інформації біля 100мкс, на протязі якого сигнал може бути зчитаний. Потужність оптичного вхідного сигналу повинна бути менше 10мВт, що забезпечує відсутність нелінійних явищ в волокні.

