

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2018114296, 30.11.2015

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
18.09.2015 PL P.414064

(43) Дата публикации заявки: 18.10.2019 Бюл. № 29

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 18.04.2018(86) Заявка РСТ:  
PL 2015/050065 (30.11.2015)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2017/048141 (23.03.2017)Адрес для переписки:  
107061, Москва, Преображенская пл., 6, ООО  
"Вахнина и Партнеры"

(71) Заявитель(и):

**ПОЛЬСКИЕ ЦЕНТРУМ ФОТОНИКИ И  
СВИАТЛОВОДОВ (PL)**

(72) Автор(ы):

**СТЕМПЕНЬ Карол (PL),  
ЮЗОВИК Михалина (PL),  
НАПЕРАЛА Марек (PL),  
ЗЕЛОВИЧ Анна (PL),  
ШОСТКЕВИЧ Лукаш (PL),  
МУРАВСКИ Михал (PL),  
ЛИПИНСКИ, Станислав (PL),  
ХОЛЬДЫНСКИ Збигнев (PL),  
СТАНЬЧИК Томаш (PL),  
НАСИЛОВСКИ Томаш (PL)**(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ДИСПЕРСИИ  
ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА И СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
И ДИСПЕРСИИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА**

## (57) Формула изобретения

1. Устройство для измерения параметров, в частности, толщины фазовых элементов и дисперсии оптических волокон, отличающееся тем, что содержит по меньшей мере один источник света (1.1), по меньшей мере один входной оптоволоконный соединитель (2.1), по меньшей мере один моторизированный линейный транслятор (6), по меньшей мере один детектор (7.1, 7.2), по меньшей мере один коллиматор (3.1, 3.2, 4.1, 4.2), выходной оптоволоконный соединитель (2.2), причем указанный источник света (1.1) последовательно подсоединен к указанному одному оптоволоконному соединителю (2.1), одно из плеч которого является опорным плечом, а второе плечо является измерительным плечом устройства, при этом указанный один моторизированный линейный транслятор (6) установлен по меньшей мере на одном из плеч устройства, и при этом указанное плечо устройства подсоединено непосредственно или через выходной оптоволоконный соединитель (2.2) к указанному одному детектору (7.1, 7.2), а указанный один коллиматор (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) размещен по меньшей мере в одном из плеч устройства и по меньшей мере перед фазовым элементом (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 11).

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что источник света (1.1) является низкокогерентным источником света.

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что в опорном плече установлен эталонный фазовый элемент (5.2), выбранный из линз, плоскопараллельных пластин,

оптических волокон или иного.

4. Устройство по пп. 1 или 2, или 3, отличающееся тем, что детектор (7.1, 7.2) является фотодиодом.

5. Устройство по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что измерительное плечо согласно изобретению содержит оптическое волокно, которое образует входной оптоволоконный соединитель (2.1), коллиматор (3.1), расположенный в конце оптического волокна, которое образует входной оптоволоконный соединитель (2.1), свободный промежуток, в котором установлен фазовый элемент (5.1, 5.2, 5.4), коллиматор (3.2), расположенный в начале оптического волокна, которое образует выходной оптоволоконный соединитель (2.2), и оптическое волокно, которое образует выходной оптоволоконный соединитель (2.2); опорное плечо устройства согласно изобретению содержит: оптическое волокно, которое образует входной оптоволоконный соединитель (2.1), коллиматор (4.1), расположенный в конце оптического волокна, которое образует входной оптоволоконный соединитель (2.1), свободный промежуток, коллиматор (4.2), установленный на моторизированном линейном трансляторе (6) и расположенный в начале оптического волокна, которое образует выходной оптоволоконный соединитель (2.2) и оптическое волокно, которое образует выходной оптоволоконный соединитель (2.2), при этом один из коллиматоров (4.1) или (4.2) установлен на моторизированном линейном трансляторе (6).

6. Устройство по любому из пп. 1-5, отличающееся тем, что по меньшей мере один источник света (1.1) подсоединен к входному оптоволоконному соединителю (2.1), оптические волокна которого образуют измерительное плечо и опорное плечо и заканчиваются коллиматорами, один из которых соединен с моторизированным линейным транслятором (6), при этом оптоволоконный соединитель, который соединен с детектором, подсоединен к другим сторонам опорного и измерительного плеч, и при этом на участке измерительного плеча, на стадии измерения, установлен измеряемый фазовый элемент (5.1, 5.3, 5.4).

7. Устройство по любому из пп. 1-5, отличающееся тем, что измеряемый фазовый элемент (5.1, 5.3, 5.4), в частности измеряемая линза, размещен в свободном промежутке измерительного плеча после коллиматора (3.1), размещенного в конце оптического волокна, которое образует входной соединитель (2.1), и перед коллиматором (4.2), установленным на моторизированном линейном трансляторе, а оптическое волокно, которое образует входной соединитель (2.1), который не заканчивается коллиматором, подсоединено непосредственно или через другое оптическое волокно к оптическому волокну, которое образует выходной соединитель (2.2), который также не заканчивается коллиматором.

8. Устройство по любому из пп. 1-5, отличающееся тем, что оптическое волокно с высоким значением дисперсии (11) подсоединяется к оптическим волокнам, которые образуют оптоволоконные соединители (2.1) и (2.2), и это подсоединение осуществляется путем сращивания, стыкового соединения оптических волокон или иначе, причем опорное плечо устройства согласно изобретению содержит последовательно соединенные друг с другом коллиматор (3.1) и коллиматор (3.2), размещенный на моторизированном линейном трансляторе (6), при этом они параллельны оптическому волокну с высоким значением дисперсии (11), и при этом оптическое волокно с высоким значением дисперсии (11) и система коллиматоров (3.1) и (3.2) подсоединены к оптоволоконному соединителю (2.2), подсоединенному к детектору (7.1).

9. Устройство по п. 7 или 8, отличающееся тем, что коллиматор, установленный на моторизированном линейном трансляторе (6), размещен в другом плече, чем измеряемый фазовый элемент, в частности измеряемая линза.

10. Устройство по любому из пп. 1-9, отличающееся тем, что кроме низкокогерентного

источника света (1.1) имеется второй, когерентный источник света (1.2), соединенный с устройством перекрестно относительно первого источника света (1.1), причем выходной сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) направляется через входной оптоволоконный соединитель (2.1) к опорному и измерительному плечам, и далее достигает детектора через подсоединенный выходной оптоволоконный соединитель (2.2), а второй, когерентный источник света (1.2) подсоединен ко второму оптическому волокну, которое образует выходной оптоволоконный соединитель (2.2), из которого, через измерительное плечо, сигнал поступает во входной оптоволоконный соединитель (1.1) и на второй детектор (7.2).

11. Устройство по любому из пп. 1-5, отличающееся тем, что один источник света (1.1) подсоединен к входному оптоволоконному соединителю (2.1), оптические волокна которого образуют измерительное плечо и опорное плечо и заканчиваются коллиматорами (3.1, 4.1), один из которых соединен с моторизированным линейным транслятором (6), с которым соединено зеркало (10), причем на этапе фактического измерения измеряемый фазовый элемент (5.1, 5.3, 5.4) устанавливается на участке измерительного плеча.

12. Устройство по п. 11, отличающееся тем, что зеркало (10) расположено за измеряемым фазовым элементом (5.1, 5.2, 5.3, 5.4).

13. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что низкокогерентный источник света представляет собой источник света, выбранный из числа суперлюминесцентных светодиодов, светодиодов, суперконтинуумных источников света, низкокогерентных лазеров и прочих источников, в которых ширина спектра составляет по меньшей мере несколько нанометров.

14. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что моторизированный линейный транслятор (6) движется вдоль по меньшей мере одной оси, а держатель фазового элемента (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) движется вдоль трех осей и позволяет обращение вокруг любой из этих осей.

15. Способ измерения параметров фазового элемента и дисперсии оптических волокон, при котором применяют устройство согласно пп. 1-14, отличающийся тем, что является двухэтапным, при этом первый этап предусматривает калибровку устройства согласно изобретению, а второй этап является фактическим измерением, способ, отличающийся тем, что во время калибровки устройства согласно изобретению световой пучок от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), где он разделяется на два плеча: измерительное и опорное, после чего моторизированный линейный транслятор (6) движется, регистрируя информацию о своем положении до тех пор, пока не будет получена нулевая оптическая разность хода между плечами оптоволоконного соединителя, интерферограмму снимают фотодетектором, в частности, фотодиодом, при временной задержке, а после калибровки устройства система переходит к фактическому измерению, при котором фазовый элемент, в частности линзу, предназначенную для измерения, вставляют в измерительное плечо устройства согласно изобретению, после чего, продвигая моторизированный линейный транслятор, определяют положение, при котором создается нулевая разность оптического хода, а выбранный параметр фазового элемента определяют на основе разности положений для эквивалентных оптических путей при калибровочном и фактическом измерениях.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что калибровочное и фактическое измерения выполняют за одно сканирование устройства согласно изобретению в конфигурации с отражением.

17. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время измерения сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель

(2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.1) и (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) в измерительном плече световой пучок направляется на фазовый элемент, линзу (5.1), а после этого на коллиматор (3.2), при этом после выхода из коллиматора (4.1) световой пучок освещает коллиматор (4.2) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), сигналы из коллиматоров (3.2) и (4.2) поступают в оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1).

18. Способ по пп. 15 или 16, отличающийся тем, что когда кроме низкокогерентного источника света, применяют второй, когерентный источник света, сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.1) и (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на фазовый элемент, линзу (5.1) в измерительном плече, а после этого на коллиматор (3.2), при этом после выхода из коллиматора (4.1) световой пучок достигает коллиматора (4.2) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), сигналы от коллиматоров (3.2 и 4.2) поступают в оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1). С другой стороны системы сигнал от когерентного источника света (1.2) поступает в оптоволоконный соединитель (2.2), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.2) и (4.2), после выхода из коллиматора (3.2) световой пучок направляется на линзу (5.1) в измерительном плече, и далее в коллиматор (3.2), а потом на коллиматор (4.1) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), затем сигналы от коллиматоров (3.1) и (4.1) поступают в оптоволоконный соединитель (2.1), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.2).

19. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что когда используется эталонный фазовый элемент, который размещается в опорном плече, сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.1) и (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на эталонный фазовый элемент, эталонную линзу (5.1) в измерительном плече, после чего световой пучок поступает в коллиматор (3.2), при этом после выхода из коллиматора (4.1) световой пучок достигает эталонной линзы (5.2), и далее коллиматора (4.2) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), затем сигналы из коллиматоров (3.2) и (4.2) поступают в оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1).

20. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время измерения кривизны фазового элемента сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.1) и (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на фазовый элемент, плоско-выпуклую линзу (5.3) в измерительном плече, а после этого на коллиматор (3.2), причем линзу (5.3) монтируют в системе, которая позволяет ей двигаться вдоль осей X и Y (8), при этом после выхода из коллиматора (4.1) световой пучок достигает коллиматора

(4.2) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), и далее сигналы из коллиматоров (3.2) и (4.2) поступают в оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1).

21. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время измерения показателя преломления сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматоры (3.1) и (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на плоскопараллельную пластину (5.4) в измерительном плече, а после этого на коллиматор (3.2), причем пластина (5.4) монтируется в системе, которая обеспечивает ее вращение под заданным углом (9), при этом после выхода из коллиматора (4.1) световой пучок достигает коллиматора (4.2) во втором плече, положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), и далее сигналы из коллиматоров (3.2) и (4.2) поступают в оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1).

22. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время измерений с коллиматорами, которые установлены только в одном измерительном плече оптоволоконных соединителей, сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает в коллиматор (3.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на фазовый элемент, линзу (5.1) в измерительном плече, а после этого на коллиматор (3.2), положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), при этом после выхода из оптоволоконного соединителя (2.1) световой пучок передается оптическим волокном опорного плеча, ко второму оптоволоконному соединителю (2.2), и далее сигналы с измерительного и опорного плеч направляются на оптоволоконный соединитель (2.2), где они интерферируются, а сигнал от этого оптоволоконного соединителя поступает в детектор (7.1).

23. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время применения системы в конфигурации с отражением сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал поступает к коллиматору (3.1) и коллиматору (4.1), после выхода из коллиматора (3.1), световой пучок направляется на фазовый элемент, линзу (5.1) в измерительном плече, после чего он отражается зеркалом (10.1) и направляется через линзу (5.1) и коллиматор обратно к оптоволоконному соединителю (2.1) и детектору (7.1), при этом, световой пучок через коллиматор (4.1), направляется на зеркало (10.1), положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), и затем, после выхода из оптоволоконного соединителя (2.1), световой пучок направляется в детектор (7.1).

24. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) поступает в оптоволоконный соединитель (2.1), после чего из оптических волокон, которые образуют этот оптоволоконный соединитель, сигнал проходит к коллиматору (3.1) и коллиматору (4.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на фазовый элемент, линзу (5.1) в измерительном плече, после чего световой пучок отражается от двух поверхностей фазового элемента и направляется через линзу (5.1) и коллиматор обратно к оптоволоконному соединителю (2.1) и детектору (7.1), при этом, световой пучок через коллиматор (4.1), направляется в зеркало (10.1), положение которого зависит от смещения моторизированного линейного транслятора (6), и далее, после выхода из оптоволоконного соединителя

(2.1), световой пучок направляется в детектор (7.1).

25. Способ по п. 15 или 16, отличающийся тем, что во время измерений с коллиматорами, которые установлены только в одном, опорном плече оптоволоконных соединителей, сигнал от низкокогерентного источника света (1.1) направляется к оптоволоконному соединителю (2.1), от оптоволоконного соединителя, сигнал проходит к оптическому волокну (11) с высоким значением дисперсии и к коллиматору (3.1), после выхода из коллиматора (3.1) световой пучок направляется на коллиматор (3.2), положение которого регулируется моторизованным линейным транслятором (6), после чего сигнал из оптического волокна (11) и сигнал, который выходит из коллиматора (3.2), интерферируются в оптоволоконном соединителе (2.2), а результирующий сигнал направляется на детектор (7.1).