



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008130218/28**, **21.07.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.07.2008(45) Опубликовано: **27.02.2010** Бюл. № **6**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 4045862 A1**, **20.08.1996**. **WO 2009062894**
A1, **22.05.2009**. **WO 9324851 A1**, **09.12.1993**. **US**
5404417 A, **21.06.1993**.

Адрес для переписки:

Документ находится в Патентном отделе

ОКБ АСТРОН140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1**(54) ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ СОЕДИНИТЕЛЬ**

(57) Реферат:

Соединитель состоит из двух встречных полых полумуфт, внутри которых закрепляются соединяемые отрезки оптических волокон. На торцах отрезков оптических волокон размещаются оптические многослойные трансформаторы, обеспечивающие согласованный безотражательный переход от среды оптического волокна с показателем

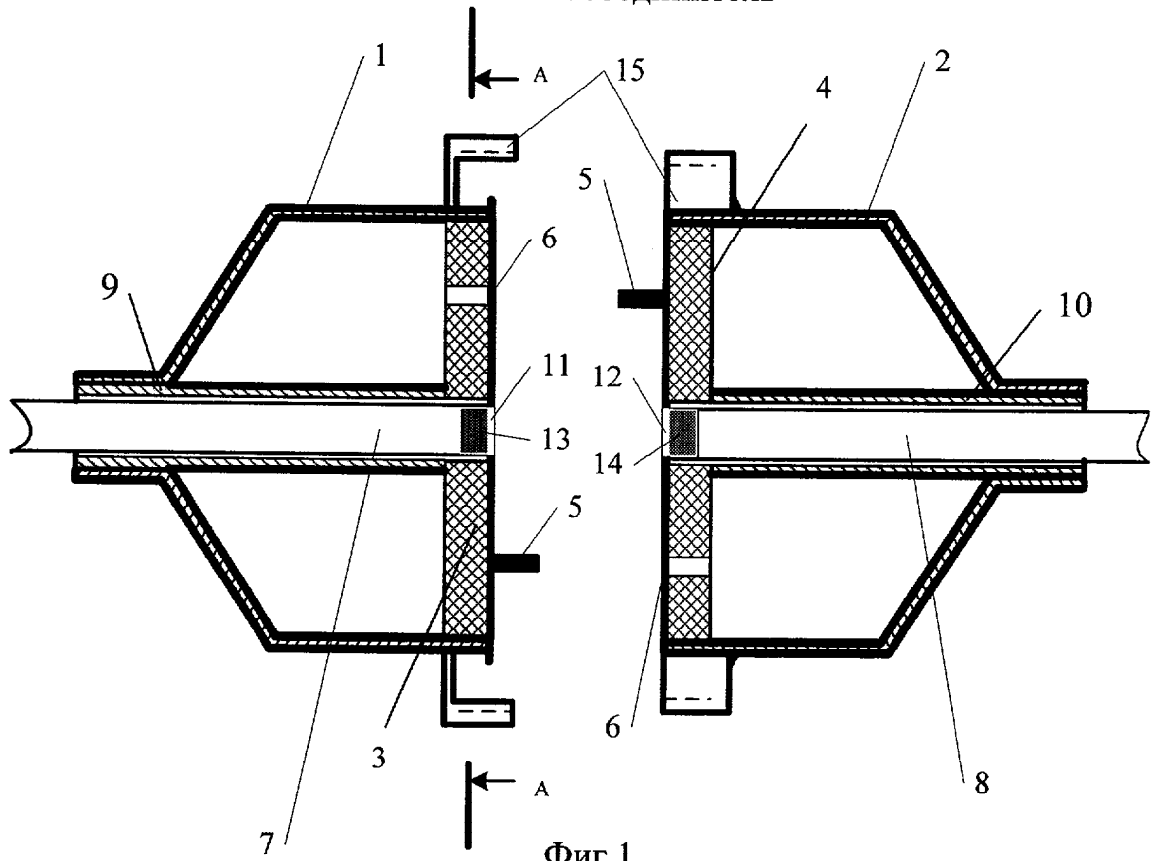
преломления $n_{об} > 1$ к воздушной среде ($n_0 = 1$) зазора с размером от 1 до 2000 длины средней волны сигнала, передаваемого по оптическим волокнам (λ_0), образуемого между внешними слоями встречных оптических трансформаторов.

Данный соединитель обеспечивает снижение уровня потерь мощности в месте соединения в заданном диапазоне длин волн. 3 з.п. ф-лы, 8 ил.

RU 2 383 041 C1

RU 2 383 041 C1

Волоконно-оптический соединитель



Фиг.1

RU 2383041 C1

RU 2383041 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2008130218/28, 21.07.2008**

(24) Effective date for property rights:
21.07.2008

(45) Date of publication: **27.02.2010 Bull. 6**

Mail address:

Документ находится в Патентном отделе
ОКБ АСТРОН
140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1

(54) **FIBRE-OPTIC CONNECTOR**

(57) Abstract:

FIELD: physics; optics.

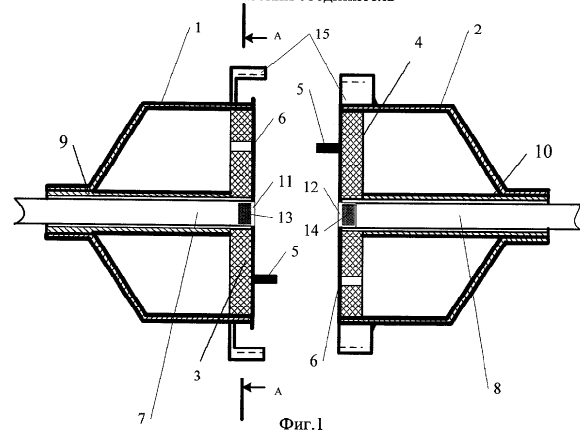
SUBSTANCE: connector consists of two opposite hollow half-couplings inside of which there are connected optical fibre sections. On butt-ends of the optical fibre sections there are optical multilayer transformers which provide matched non-reflection transition from the optical fibre medium with refraction index $n_{of} > 1$ to air medium ($n_0 = 1$) of a gap with size of 1-2000 the medium wavelength of the signal transmitted through the optical fibre (λ_0) formed by between the outer layers of the opposite optical transformers.

EFFECT: lower power loss level at the joint in

the given wavelength range.

4 cl, 8 dwg

Волоконно-оптический соединитель



Фиг.1

RU 2 383 041 C1

RU 2 383 041 C1

Изобретение относится к области техники волоконно-оптических систем передачи, в частности к волоконно-оптическим соединителям.

Известны оптические соединители (ОС) контактного типа, в которых минимум потерь мощности в соединителях достигается за счет увеличения плотности прилегания соединяемых оптических волокон (ОВ) друг к другу по всей поверхности торцов ОВ.

Известно устройство для соединения световодов (см. патент США №5857045, МПК G02B 6/38, опубл. 20.05.1997 г.).

Известное устройство включает: гнездо, состоящее из первого тела заранее определенной длины, снабженное канавками, прорезанными по длине через центр контактной поверхности, и второго тела, аналогичного первому, расширяющие элементы для разделения первого и второго тела и обеспечивающие ввод световодов в прорезанные канавки и средства изгиба, расширяющие внешнюю поверхность гнезда розетки, которая надежно удерживает первое и второе тела вместе и обеспечивает необходимую силу фиксации.

Недостатком данного устройства для соединения световодов является относительно высокий уровень потерь в соединителе.

Известен также соединитель для оптического волокна с отделяющейся системой (см. патент США №5067783, МПК G02B 6/36 от 16.10.1990 г.).

Известный соединитель оптических волокон содержит две собранные втулки, по крайней мере одна из них содержит фиксирующий ключ. Соединитель снабжен отдельным блоком, содержащим трубчатую часть, снабженную продольным шпоночным пазом и фиксатором.

Недостатком данного соединителя световодов является относительно высокий уровень потерь в месте соединения световодов.

Наиболее близким по своей технической сущности к заявленному волоконно-оптическому соединителю является волоконно-оптический соединитель возвратно-поступательного действия (см. патент РФ №2126545, МПК G02B 6/38).

Волоконно-оптический соединитель-прототип содержит каркас, первую и вторую полумуфты для заделки в них соответственно первого и второго отрезков оптического волокна и фиксатор. Фиксатор выполнен в виде двух гибких рычагов защелки, прикрепленных к наружной поверхности полумуфт. Отсоединение соединителя от розеточной части производится оттягиванием полумуфт, в результате чего скошенные поверхности каркаса взаимодействуют с рычагами защелки, поднимая их и освобождая от язычков розеточной части.

Недостатком известного волоконно-оптического соединителя является относительно высокий уровень потерь мощности сигнала, обусловленной неустойчивостью контактного соединения торцов ОВ. Кроме того, изменение сопротивления контактного перехода из-за неплотного прилегания торцов ОВ приводит к искажению сигнала.

Целью изобретения является разработка волоконно-оптического соединителя, обеспечивающего снижение уровня потерь мощности в месте соединения в заданном диапазоне длин волн для широкого класса волоконно-оптических соединителей. Заявленное устройство расширяет арсенал средств данного назначения.

Поставленная цель достигается тем, что в известном волоконно-оптическом соединителе, содержащем первую и вторую полумуфты для заделки в них соответственно первого и второго отрезков оптического волокна и фиксатор, скрепляющий первую и вторую полумуфты, в раскрыв каждой полумуфты,

установлена заглушка, конгруэнтная раскрыву полумуфты. Каждая полумуфта снабжена направляющими элементами и отверстием для оптического волокна.

Дополнительно на торцах первого и второго отрезков оптических волокон установлены соответственно первый и второй оптические многослойные трансформаторы (ОМСТ1 и ОМСТ2). ОМСТ состоят соответственно из N_1 и N_2 слоев, выполненных из материалов с различными показателями преломления n_{1i} и n_{2j} ,

где $i=1, 2 \dots N_1$; $j=1, 2 \dots N_2$ - номера слоев соответственно первого и второго ОМСТ.

Номера слоев первого и второго ОМСТ отсчитывают от торцов соответственно первого и второго отрезков оптических волокон. Толщина каждого слоя составляет четверть длины средней волны λ_0 сигнала, передаваемого по оптическим волокнам.

Число слоев N_1 и N_2 первого и второго оптических многослойных трансформаторов выбраны из условий:

$$N_1 = \lg \left[\left(10^{0,05 n_{об1}} - 1 \right) / \left(10^{0,05 \Delta a_1} - 1 \right) \right], \quad (1)$$

$$N_2 = \lg \left[\left(10^{0,05 n_{об2}} - 1 \right) / \left(10^{0,05 \Delta a_2} - 1 \right) \right], \quad (2)$$

где $n_{об1}$ и $n_{об2}$ - показатели преломления оптических волокон первого и второго соединяемых отрезков, а Δa_1 и Δa_2 - заданные значения рабочего затухания первого и второго оптических многослойных трансформаторов.

В собранном виде в соединителе между внешними слоями ОМСТ1 и ОМСТ2 выбран воздушный зазор Δ в интервале $\Delta = (1 \dots 2000) \lambda_0$.

В соединителе фиксатор выполнен в виде цилиндров, установленных на внешней поверхности первой и второй муфт. Цилиндры снабжены резьбовым соединением.

Показатели преломления i -го и j -го слоев n_{1i} и n_{2j} , принадлежащих соответственно первому и второму ОМСТ, вычисляются по формулам:

$$n_{1i} = \left(n_{об1}^{2(N_1 - i) + 1} \right)^{1 / 2N_1}; \quad (3)$$

$$n_{2j} = \left(n_{об2}^{2(N_2 - j) + 1} \right)^{1 / 2N_2}. \quad (4)$$

Благодаря указанной новой совокупности существенных признаков обеспечивается плавное согласование волновых сопротивлений соединяемых отрезков оптического кабеля путем последовательной трансформации показателей преломления оптических волокон до значения показателя преломления воздуха. Это позволяет обеспечить бесконтактное с высоким согласованием соединение оптических волокон и, следовательно, снизить потери мощности сигнала в соединителе.

Заявленный волоконно-оптический соединитель поясняется чертежами, на которых показаны:

на фиг.1 - общий вид соединителя;

на фиг.2 - вид поперечного сечения полумуфты;

на фиг.3 - чертеж, поясняющий общую схему соединителя;

на фиг.4 - структура оптических многослойных трансформаторов;

на фиг.5 - профиль показателей преломления оптических многослойных трансформаторов;

на фиг.6 - расчетная волновая характеристика ОМСТ1 (ОМСТ2);

на фиг.7 - расчетная волновая характеристика затухания волоконно-оптического соединителя при воздушном зазоре - $\Delta = 100 \lambda_0 = 0.1$ мм;

на фиг.8 - расчетная волновая характеристика затухания волоконно-оптического соединителя при воздушном зазоре $A = 2000 \lambda_0 = 3$ мм.

Заявленный волоконно-оптический соединитель, показанный на фиг.1, состоит из первой 1 и второй 2 полых полумуфт. В раскрывах полумуфт 1 и 2 установлены заглушки 3 и 4. Заглушки 3 и 4 снабжены направляющими элементами в виде штырей 5 и соответствующих им отверстий 6 (см. также фиг.2). Соединяемые отрезки оптических волокон 7 и 8 установлены в полостях соответственно первой 1 и второй 2 полумуфт. Для исключения возможной деформации соединяемых отрезков оптических волокон 7, 8 в полости полумуфт 1 и 2 могут быть установлены направляющие цилиндрические трубки 9 и 10. Заглушки 3, 4 снабжены отверстиями 11, 12 диаметром d (см. также фиг.2), соответствующим диаметру поперечного сечения отрезков оптических волокон 7, 8. На торцах соединяемых отрезков оптических волокон 7 и 8, имеющих показатели преломления $n_{об1}$ и $n_{об2}$, установлены первый 13 и второй 14 ОМСТ, состоящие соответственно из N_1 и N_2 слоев 16 (см. фиг 4), выполненных из материалов с отличающимися показателями преломления n_{1i} и n_{2j} и где $i=1, 2...N_1$ и $j=1, 2...N_2$ - номера слоев соответственно первого 13 и второго 14 ОМСТ. Номера слоев (см. фиг.4) отсчитывают от торцов соответствующих отрезков оптических волокон 7 и 8, а их показатели преломления имеют значения соответственно $n_{11}, n_{12}...n_{1N_1}$ и $n_{21}, n_{22}...n_{2N_2}$ (фиг.5). Полумуфты 1 и 2 снабжены фиксатором 15. В частности, фиксатор 15 выполнен в виде двух цилиндров, установленных на внешней поверхности полумуфт 1, 2. Один из цилиндров зафиксирован на внешней поверхности одной из полумуфт (на фиг.1 на второй полумуфте 2), а другой установлен с возможностью его перемещения вдоль полумуфты (на фиг.1 - первой 1). Полумуфты 1, 2 скрепляют с помощью имеющихся на цилиндрах резьбовых соединений. Диаметр D полумуфт 1 и 2 выбирают из технологических условий их эксплуатации, например, в интервале $D=1\div 4$ см. Отрезки оптических волокон 7 и 8 устанавливаются в полумуфтах 1 и 2 таким образом, чтобы в собранном виде соединителя между внешними слоями ОМСТ 13 и 14 оставался воздушный зазор Δ в пределах $(1-2000)\lambda_0$ (см. также фиг.3 и фиг.4). Толщина t каждого из слоев ОМСТ 13 и 14 выбрана равной четверти длины волны λ_0 сигнала, передаваемого по оптическим волокнам, т.е. $t=0.25\lambda_0$ (фиг.4). Число слоев N_1 и N_2 первого 13 и второго 14 ОМСТ выбраны из условий (1) и (2) исходя из предварительно заданных допустимых уровней рабочего затухания $\Delta\alpha_1$ и $\Delta\alpha_2$ в соответствующих ОМСТ 13 и 14. Показатели преломления n_{1i} и n_{2j} i -го и j -го слоев 16, принадлежащих соответственно первому 13 и второму 14 ОМСТ, вычисляют по формулам (3) и (4).

Заявленный волоконно-оптический соединитель работает следующим образом. Основной проблемой при соединении двух отрезков оптических волокон является снижение потерь мощности сигнала в месте их соединения. Потери возникают из-за технологических сложностей обеспечения идеального совмещения поверхностей торцов соединяемых отрезков оптических волокон из-за неустраняемых шероховатостей торцевых поверхностей и, как следствие, рассеяние значительной доли мощности. Потери существенно возрастают при соединении отрезков оптических волокон с отличающимися показателями преломления $n_{об1}$ и $n_{об2}$ из-за скачкообразного изменения показателей преломления материалов оптических волокон.

В заявленном соединителе влияние указанных причин потерь мощности в значительной мере устраняется. Это объясняется следующим. Отрезки оптических волокон 7 и 8 закрепляют соответственно в первой и второй полумуфтах.

отрезков оптических волокон 7 и 8 устанавливаются первый 13 и второй 14 ОМСТ (см. также фиг.3 и фиг.4). Функциональное назначение ОМСТ заключается в последовательном снижении показателя преломления материала оптического волокна $n_{об1}$ первого отрезка оптического волокна 7 до значения показателя преломления воздуха $n_1 \approx 1$ (см. фиг.5). Второй ОМСТ 14 решает обратную задачу: повышает показатель преломления от значения n_0 до величины показателя преломления материала $n_{об2}$ второго отрезка оптического волокна 8. При этом отпадает необходимость жесткой фиксации поверхности торца первого отрезка оптического волокна 7 на поверхности второго 8. Полное согласование обеспечивается при воздушном зазоре Δ . Это упрощает собственно конструкцию соединителя.

Порядок изготовления ОМСТ1 (ОМСТ2) можно показать на примере его расчета с характеристикой Баттерворта.

Пусть необходимо получить ОМСТ1 с волновой характеристикой, показанной на фиг.6 при следующих исходных данных:

- показатель преломления материала первого и второго отрезков оптических волокон $n_{об1} = n_{об2} = 1.47$;

- максимально допустимое заданное затухание ОМСТ1 (ОМСТ2) $\Delta a_1 = \Delta a_2 = 0,016$ дБ на краях диапазона частот в интервале от 176 ТГц до 376 ТГц, что соответствует диапазону длин волн в интервале от 1705 нм до 800 нм при средней длине волны $\lambda_0 = 1087$ нм.

С учетом заданных условиями задачи значений $n_{об1}$, $n_{об2}$, Δa_1 и Δa_2 определяют по формулам (1) и (2) число слоев ОМСТ1 и ОМСТ2: $N_1 = 2$ и $N_2 = 2$. Тогда по формулам (3) и (4) определяют значения показателей преломления каждого слоя соответственно в ОМСТ1 и в ОМСТ2:

$$n_{11} = \sqrt[4]{n_{об1}^3} = 1,33 \quad ; \quad n_{12} = \sqrt[4]{n_{об1}} = 1,101 \quad ; \quad n_{22} = \sqrt[4]{n_{об2}^3} = 1,101 \quad ;$$

$$n_{21} = \sqrt[4]{n_{об2}} = 1,33$$

На фиг.6 приведена расчетная волновая характеристика затухания ОМСТ1 с использованием вычисленных показателей преломления n_{11} и n_{12} . Максимальное затухание на краях заданного диапазона длин волн составляет $a_1 = 0,014$ дБ, что удовлетворяет заданному требованию $a < \Delta a_1 = 0,016$ дБ. Рабочее затухание ОМСТ2 с теми же расчетными данными, что и для ОМСТ1, на краях заданного диапазона длин волн также имеет величину $a = 0,014$ дБ.

На фиг.7 приведена расчетная волновая характеристика затухания волоконно-оптического соединителя в составе: ОМСТ1 - (воздушный зазор с $\Delta = 100\lambda_0 = 0.1$ мм) - ОМСТ2. Максимальное затухание на краях заданного диапазона длин волн составляет 0,056 дБ. Это значение в два раза выше суммы двух ОМСТ $\Delta a_1 + \Delta a_2 = 0,014 + 0,014 = 0,028$ дБ, что можно объяснить влиянием пятого слоя в виде воздушного зазора, вносящего дополнительное затухание.

На фиг.8 приведена расчетная волновая характеристика затухания волоконно-оптического соединителя в составе: ОМСТ1 - (воздушный зазор с $\Delta = 2000\lambda_0 = 3$ мм) - ОМСТ2. Максимальное затухание на краях заданного диапазона длин волн составляет 0,056 дБ.

Полученные результаты расчетов свидетельствуют о малой зависимости затухания заявленного волоконно-оптического соединителя от величины Δ воздушного зазора.

что гарантирует надежное соединение ОВ в экстремальных условиях строительства и эксплуатации волоконно-оптических кабелей связи.

Полученная в расчетных примерах максимально плоская форма характеристики затухания (характеристика Баттерворта) показывает, что, варьируя требования к величине затухания на краях заданного диапазона длин волн, с помощью формул (1)...(4) можно конструировать соединители с малым, близким к нулевому, значением затухания.

Приведенный пример свидетельствует о возможности построения волоконно-оптических соединителей с малыми заданными требованиями к величине мощности потерь за счет отражений и к волновым (частотным) характеристикам затухания в заданном диапазоне длин волн. Достоинством предложенного технического решения является значительное снижение затухания соединения до 0,056 дБ на краях рабочего диапазона длин волн по сравнению с существующими аналогами, в которых затухание во всей рабочей полосе длин волн составляет от 0,3 до 2 дБ. Кроме того, упрощается эксплуатационное обслуживание соединителей и снижается время на обеспечение надежности соединителя по сравнению с существующими соединителями, в которых применяются дополнительные средства контроля, измерения, крепления и сварки оптических волокон. Отмеченные достоинства указывают, что при использовании заявленного волоконно-оптического соединителя возможно достижение сформулированного технического результата.

Формула изобретения

1. Волоконно-оптический соединитель, содержащий первую и вторую полумуфты для заделки в них соответственно первого и второго отрезков оптического волокна и фиксатор, скрепляющий первую и вторую полумуфты, отличающийся тем, что в раскрыт каждой полумуфты установлена заглушка, конгруэнтная раскрытию полумуфты, снабженная направляющими элементами и отверстием для оптического волокна, дополнительно на торцах первого и второго отрезков оптических волокон установлены соответственно первый и второй оптические многослойные трансформаторы, состоящие соответственно из N_1 и N_2 слоев, выполненных из материалов с отличающимися показателями преломления n_{1i} и n_{2j} , где $i=1, 2, \dots, N_1$, $j=1, 2, \dots, N_2$ номера слоев соответственно первого и второго оптических многослойных фильтров, отсчитываемые от торцов соответственно первого и второго отрезков оптических волокон, а толщина каждого слоя составляет четверть длины средней волны λ_0 сигнала, передаваемого по оптическим волокнам, причем число слоев N_1 и N_2 первого и второго оптических многослойных трансформаторов выбрано из условий

$$N_1 = \lg \left[\frac{(10^{0,05n_{ов1}} - 1)}{(10^{0,05\Delta a_1} - 1)} \right] \quad \text{и} \quad N_2 = \lg \left[\frac{(10^{0,05n_{ов2}} - 1)}{(10^{0,05\Delta a_2} - 1)} \right],$$

где $n_{ов1}$ и $n_{ов2}$ - показатели преломления оптических волокон первого и второго соединяемых отрезков,

а Δa_1 и Δa_2 - заданные значения рабочего затухания первого и второго оптических многослойных трансформаторов, причем в собранном виде соединителя между внешними слоями оптических многослойных трансформаторов выбран воздушный зазор размером Δ .

2. Соединитель по п.1, отличающийся тем, что фиксатор выполнен в виде первого и второго цилиндров, установленных на внешней поверхности соответствующих

второй полумуфт и снабженных резьбовым соединением.

3. Соединитель по п.1, отличающийся тем, что зазор Δ выбран в интервале $\Delta=(1-2000)\lambda_0$.

5 4. Соединитель по п.1, отличающийся тем, что показатели преломления i -го и j -го слоев n_{1i} и n_{2j} , принадлежащих соответственно первому и второму оптическим многослойным трансформаторам, вычисляются по формулам:

$$n_{1i} = \left(n_{\text{об1}}^{2(N_1-i)+1} \right)^{1/2N_1},$$

$$10 \quad n_{2j} = \left(n_{\text{об2}}^{2(N_2-j)+1} \right)^{1/2N_2}.$$

15

20

25

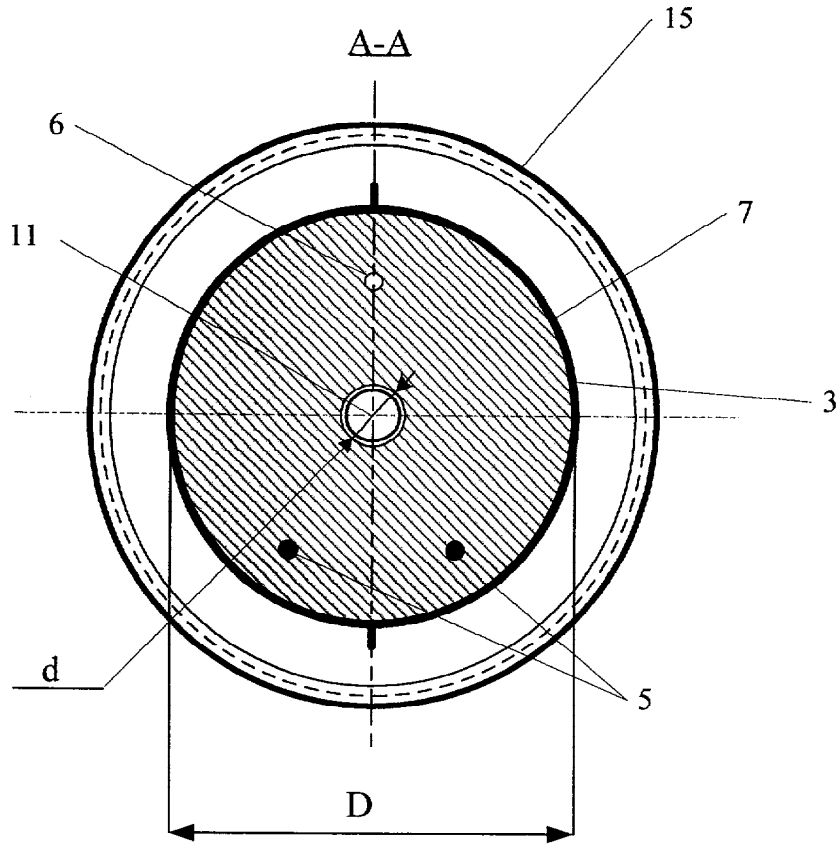
30

35

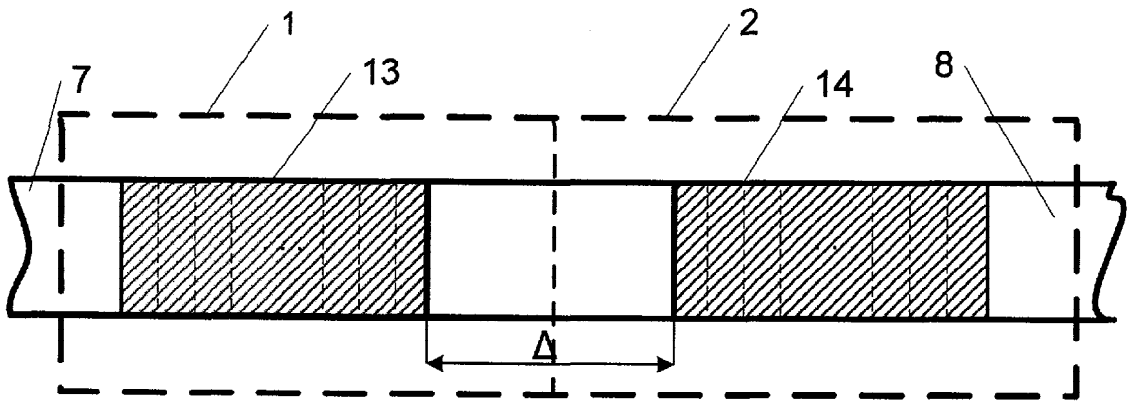
40

45

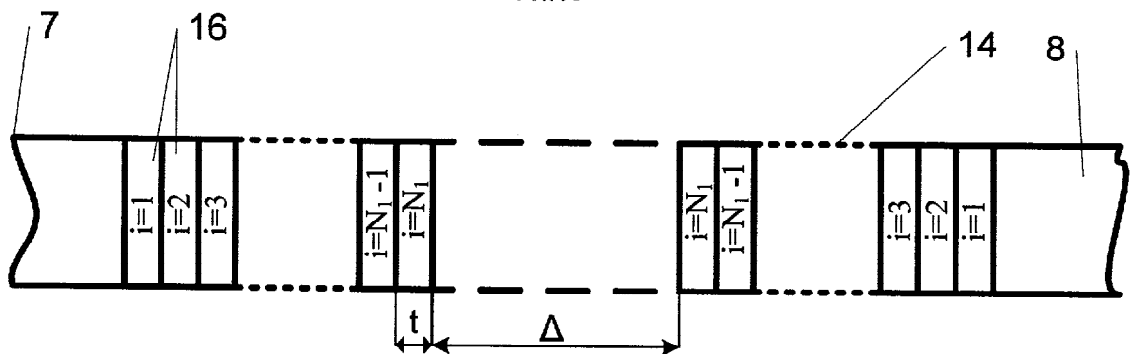
50



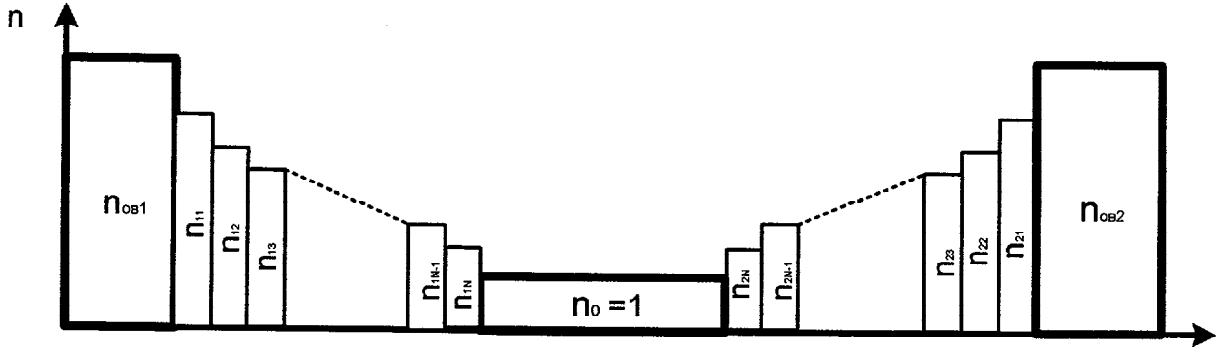
Фиг.2



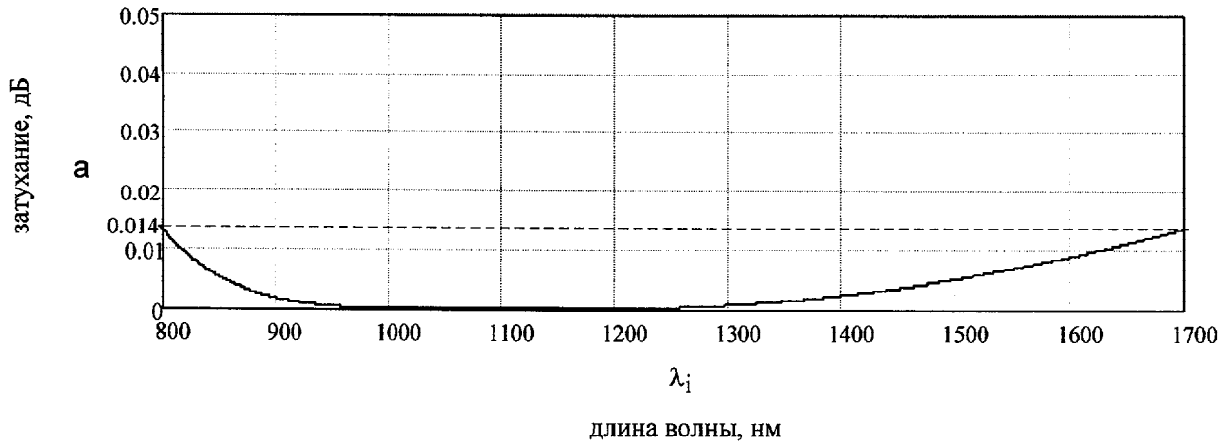
Фиг.3



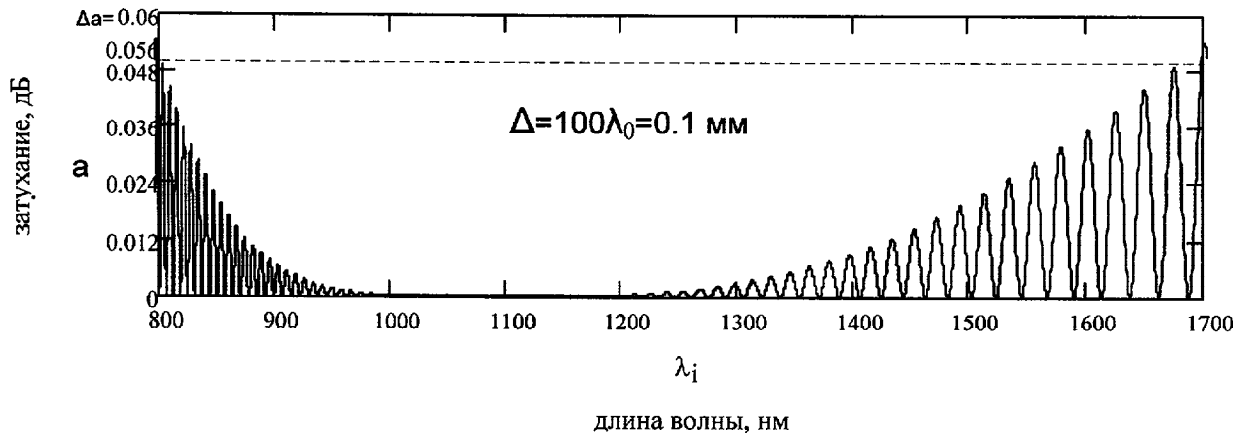
Фиг.4



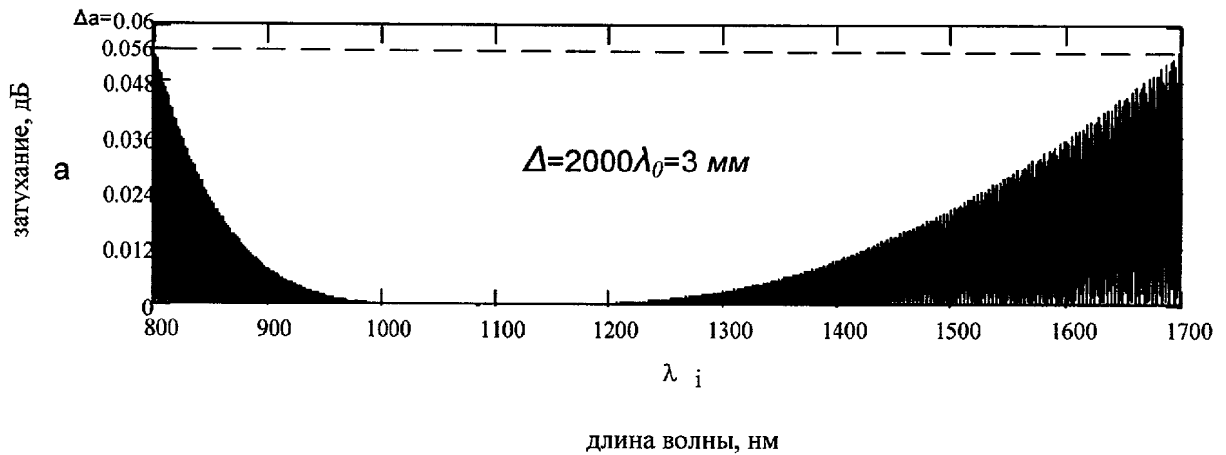
Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8