

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9338

(13) С1

(46) 2007.06.30

(51)<sup>7</sup> С 03С 3/06

(54)

## СВЕТОРАСSEИВАЮЩЕЕ КВАРЦЕВОЕ СТЕКЛО

(21) Номер заявки: а 20020014

(22) 2002.01.05

(43) 2003.09.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(72) Авторы: Подденежный Евгений Николаевич; Плющ Борис Васильевич; Капшай Мария Николаевна; Бойко Андрей Андреевич; Малашкевич Георгий Ефимович; Семкова Галина Ивановна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(56) ВУ 950270 А, 1997.

ЕР 0545347 А1, 1993.

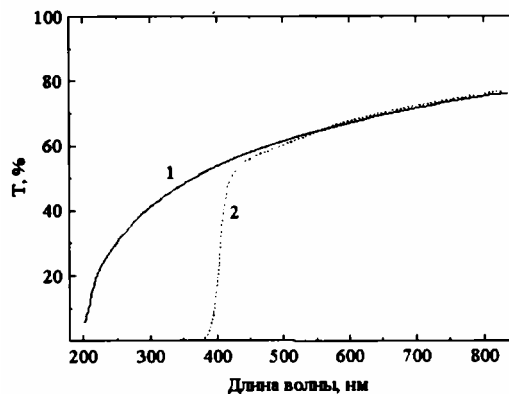
JP 07277755 А, 1995.

JP 01226747 А, 1989.

(57)

1. Светорассеивающее кварцевое стекло, имеющее структуру непрерывно- и плотноупакованных зерен размером 0,2-0,8 мм, состоящих из аморфного диоксида кремния, легированного 0,25-0,50 мас. % фтора таким образом, что концентрация фтора в каждом зерне достигает максимальных значений на границах зерен и в межзеренном пространстве и монотонно уменьшается от периферии к центру, снижаясь в центральной части вплоть до нуля, при этом плотность упаковки зерен составляет 4000-5300 штук/см<sup>3</sup>.

2. Светорассеивающее кварцевое стекло по п. 1, отличающееся тем, что зерна выполнены в форме преимущественно эллипсоидов вращения и расположены таким образом, чтобы их большие оси были параллельны.



Фиг. 1

ВУ 9338 С1 2007.06.30

Изобретение относится к составам высококремнеземистого стекла, в частности к светорассеивающему кварцевому стеклу, которое может быть использовано в качестве мозаичных усреднителей излучения, например, в квантронах лазеров.

Известно высокочистое полупрозрачное кварцевое стекло, содержащее аморфный диоксид кремния и распределенные в нем светорассеивающие частицы [1]. Известное стекло имеет аморфную матрицу из диоксида кремния, а в качестве светорассеивающих частиц - пузыри и пустоты малого диаметра, образованные давлением инертного газа на стекломассу при температурах более 1500 °С, при этом концентрация диоксида кремния составляет более 99,9 %. В силу этого известное стекло обладает недостаточной рассеивающей способностью и радиационной стойкостью.

Известно светорассеивающее кварцевое стекло, содержащее аморфный диоксид кремния и светорассеивающие частицы [2]. Известное стекло состоит из аморфной фазы диоксида кремния и распределенных в ней частиц другой фазы - пузырьков с размером 0,01 ÷ 0,1 мм и с концентрацией 500 ÷ 10000 шт./см<sup>3</sup>, что обуславливает его недостаточную лучевую стойкость, а также недостаточные диффузно-рассеивающие свойства. Это ограничивает возможности использования его, например, в качестве усреднителей лазерного излучения.

Наиболее близким к заявляемому является светорассеивающее кварцевое стекло, содержащее аморфный диоксид кремния и светорассеивающие частицы, включающие фтор [3]. Однако известное светорассеивающее кварцевое стекло имеет недостаточную степень рассеяния в области ультрафиолета, а также низкую лучевую стойкость, что обусловлено изменением кристаллической фазы оксифторида церия (светорассеивающие частицы) при облучении и нагревании. Равномерное распределение кристаллов оксифторида церия в аморфной матрице, обусловленное технологией изготовления, не позволяет, при необходимости, получать кварцевое стекло, обладающее анизотропией диффузного светорассеяния.

Задачей предлагаемого изобретения является создание светорассеивающего кварцевого стекла, используемого в качестве усреднителей излучения в мощных световых потоках.

Основной технической результат изобретения заключается в расширении диапазона длин волн, в котором стекло проявляет высокие диффузно-рассеивающие свойства и обладает высокой лучевой стойкостью. Дополнительный технический результат изобретения заключается в возможности получения анизотропии светорассеивающих свойств.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что в светорассеивающем кварцевом стекле, имеющем структуру непрерывно и плотноупакованных зерен размером 0,2-0,8 мм, состоящих из аморфного диоксида кремния, легированного 0,25-0,50 мас. % фтора таким образом, что концентрация фтора в каждом зерне достигает максимальных значений на границах зерен и в межзеренном пространстве и монотонно уменьшается от периферии к центру, снижаясь в центральной части вплоть до нуля, при этом плотность упаковки зерен составляет 4000-5300 штук/см<sup>3</sup>.

Согласно изобретению предлагается кварцевое стекло, имеющее структуру однофазной системы, основу которой составляет аморфный диоксид кремния, неравномерно легированный по объему стекла фтором, что обуславливает высокую радиационную стойкость стекла в широком диапазоне длин волн.

В соответствии с изобретением пространственное распределение концентрации фтора выполнено таким образом, что стекло имеет структуру, подобную структуре плотноупакованных зерен (глобул, частиц) со средними размерами 0,2 ÷ 0,8 миллиметров (мм) и с плотностью упаковки 4000 ÷ 5300 шт./см<sup>3</sup> (штук в кубическом сантиметре), причем в каждом зерне концентрация фтора монотонно уменьшается от максимальных значений на границах зерен (и в межзеренном пространстве) до минимальных значений в центральной части зерна (в том числе до значений равных нулю - чистый аморфный диоксид кремния). Благодаря этому стекло образует структуру из непрерывно и плотноупакованных оптических неоднородностей показателя преломления, являющихся центрами светорассеяния.

## ВУ 9338 С1 2007.06.30

Диффузно-рассеивающие свойства предлагаемого стекла зависят преимущественно от размеров зерен (оптических неоднородностей) и суммарной концентрации фтора в стекле и в меньшей степени - от плотности упаковки (поскольку последняя определяется, как правило, средними размерами зерен). При формировании зерен с размерами  $0,2 \div 0,8$  мм обеспечиваются высокие диффузно-рассеивающие свойства стекла в широком оптическом диапазоне от 200 нм до 800 нм. При формировании зерен со средними размерами, выбираемыми из интервала  $0,2 \div 0,8$  мм при плотности упаковки от 5300 шт./см<sup>3</sup> до 4000 шт./см<sup>3</sup> также обеспечиваются высокие диффузно-рассеивающие свойства стекла в широком оптическом диапазоне от 200 нм до 800 нм, однако при этом могут быть несколько усилены или ослаблены диффузно-рассеивающие свойства в более узких диапазонах длин волн, выбранных из интервала от 200 нм до 800 нм. При среднем размере зерен менее 0,2 мм распределение фтора по зерну носит однородный характер и такое стекло практически не рассеивает УФ- и видимый свет. При среднем размере эллипсоидальных зерен более 0,8 мм рассеяние света не является диффузным и усреднение излучения по пучку света не происходит. Высокие светорассеивающие свойства и высокая радиационная стойкость стекла имеют место при средних концентрациях фтора в стекле согласно изобретению. При снижении средней концентрации фтора менее 0,25 % и более 0,5 % наблюдается существенное снижение и/или нарушение характера диффузного рассеяния стекла, а при уменьшении среднего содержания фтора менее нижнего предела - уменьшение лучевой стойкости стекла. Кроме того, технология изготовления заявляемого стекла накладывает ограничения на возможность получения стекла со структурой плотноупакованных зерен при средних размерах менее 0,1 мм (плотности упаковки 6000 и более шт./см<sup>3</sup>). Выбором технологических режимов получения согласно изобретению может быть получено светорассеивающее кварцевое стекло со структурой зерен, имеющих форму эллипсоидов вращения, большие оси которых ориентированы параллельно выбранному направлению. В этом случае стекло обладает различными светорассеивающими свойствами, измеренными вдоль выбранного направления или поперек ему (анизотропией светорассеивающих свойств) в диапазоне длин волн света от 200 нм до 800 нм.

Существенное значение имеет содержание примесей в заявляемом стекле, которое в сумме не превышает  $10^{-3}$  мас. %, а концентрация ионов гидроксила не превышает  $6 \cdot 10^{-2}$  мас. %.

Конкретные составы и свойства стекла для диффузно-рассеивающих светофильтров приведены в таблице, где составы 2÷5 - предлагаемые, а составы 1, 6 характеризуют выбор граничных условий.

№ № состава стекла	1	2	3	4	5	6
Показатели						
Содержание компонентов, мас. %:						
F <sup>-</sup>	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55
SiO <sub>2</sub>	99,80	99,75	99,70	99,60	99,50	99,45
Количество зерен в 1см <sup>3</sup>	3000	4000	5000	5000	5300	6000
Размер мини-зерен, мм	1,0	0,2 ÷ 0,8	0,2 ÷ 0,8	0,2 ÷ 0,8	0,2 ÷ 0,8	0,1
Показатель диффузного светорассеяния при $\lambda = 500$ нм, см <sup>-1</sup>	0,05	0,3	0,4	0,5	0,6	-
Лучевая прочность для излучения с $\lambda = 1,06$ мкм, МВт/см <sup>2</sup>	>100	>200	>200	>200	>200	>200
Химическая стойкость к влажной атмосфере	A	A	A	A	A	A
Кислотоустойчивость	1	1	1	1	1	1

# ВУ 9338 С1 2007.06.30

На фиг. 1 приведены спектры пропускания стекла состава № 4 (кривая 1) и для сравнения - церийсодержащего по прототипу (кривая 2). Фиг. 2 иллюстрирует зернистую структуру полученного стекла (состава по примеру № 4), в котором зерна имеют форму параллельно ориентированных эллипсоидов вращения, при его срезax (сечениях), где кривая 1 характеризует распределение фтора в сечении, параллельном слою наплавления (большим осям эллипсоидов), а кривая 2 - в сечении, перпендикулярном слою наплавления (перпендикулярном большим осям эллипсоидов).

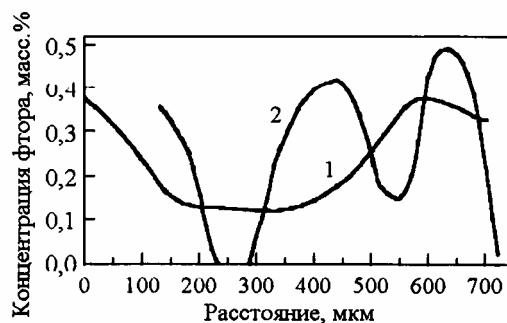
В качестве исходного сырья для получения заявляемого стекла используют тетраэтилортосиликат (ТЭОС), аморфный тонкодисперсный кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), хладон-113 ( $\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$ ) марок ХЧ и ОСЧ.

Критическим фактором при создании структуры светорассеивающего стекла является степень диффузного рассеяния света в широком диапазоне длин волн. Стекло-прототип (фиг. 1, кривая 2) обладает диффузным светорассеянием в диапазоне длин волн от 400 нм и более (в области УФ-излучения имеется полное поглощение пучка света). Заявляемое стекло (кривая 1 на фиг. 1) обладает светорассеивающими свойствами в широком диапазоне частот (200-800 нм) УФ- и видимого света. Как следует из таблицы, заявляемое светорассеивающее стекло обладает высокими светорассеивающими свойствами, высокой лучевой и химической стойкостью. Возможность получения анизотропии светорассеивающих свойств иллюстрируется фиг. 2.

Таким образом, впервые получено светорассеивающее кварцевое стекло, обладающее высокой лучевой стойкостью и высокими диффузно-рассеивающими свойствами в широком диапазоне длин волн (так называемое мозаично-рассеивающее кварцевое стекло).

## Источники информации:

1. Заявка Японии № 1226747, МПК С 03В 20/00, С 03С 3/06, опубл. 11.09.88.
2. Прохорова Т.И., Острогина С.М., Романова Е.Г. Новый материал - кварцевое светорассеивающее стекло // Стекло и керамика. - № 7. - 1991. - С. 9-10.
3. ВУ 950270 А, 1997 (прототип).



Фиг. 2