



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C03C 3/247 (2023.05); C03C 4/0021 (2023.05); C03C 4/0092 (2023.05); A61K 6/77 (2023.05)

(21)(22) Заявка: 2022113708, 23.05.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.05.2022Дата регистрации:
03.08.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.05.2022

(45) Опубликовано: 03.08.2023 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

125047, Москва, Миусская пл., 9, Российский
химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Савинков Виталий Иванович (RU),
Зинина Энжегель Мансуровна (RU),
Клименко Наталия Николаевна (RU),
Сигаев Владимир Николаевич (RU),
Романенко Анастасия Андреевна (RU),
Посохова Вера Фёдоровна (RU),
Чуев Владимир Петрович (RU),
Бузов Андрей Анатольевич (RU),
Казакова Валентина Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Российский
химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И.
Менделеева) (RU),
Акционерное общество
"Опытно-экспериментальный завод
"ВладМиВа" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 10646408 B2, 12.05.2020. BY 13965
C1, 28.02.2011. RU 2773282 C1, 01.06.2022. RU
2114796 C1, 10.07.1998. DE 19849388 A1,
04.05.2000. JP 8092025 A, 09.04.1996.(54) ФТОРСОДЕРЖАЩЕЕ СТРОНЦИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОЕ СТЕКЛО ДЛЯ
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ СТЕКЛОИОНОМЕРНЫХ ЦЕМЕНТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к порошковым стеклам, используемым в стоматологии, в частности к фторсодержащему стронцийалюмосиликатному стеклу для стоматологических стеклоиономерных цементах. Фторсодержащее стронцийалюмосиликатное стекло включает SiO₂, Al₂O₃, P₂O₅, SrO, AlF₃, SrF₂, при этом в состав исходного стекла дополнительно вводят Ga₂O₃, LaF₃, а также соли щелочные компоненты K₂O, Na₂O, MgO, CaO,

при следующих соотношениях компонентов, масс. %: SiO₂ 21,0-28,0; Al₂O₃ 23,0-25,0; Ga₂O₃ 0-6,0; P₂O₅ 6,0-13,0; SrO 14,0-20,0; AlF₃ 11,0-12,0; SrF₂ 5,0-7,5; LaF₃ 0,2-5,0, до 1 масс. % K₂O, Na₂O, MgO, CaO. Технический результат: стекло обладает высокой прозрачностью T≥80%, показателем преломления, близким к показателю преломления полимерной матрицы (n_{dct}=1,51-1,54), и значением ТКЛР α=52-64·10⁻⁷ °C⁻¹ при сохранении высокой технологичности процесса получения стекла и

снижении температуры варки до температур ниже

1500°С. 1 табл., 4 пр.

R U 2 8 0 1 2 1 6 C 1

R U 2 8 0 1 2 1 6 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C03C 3/247 (2006.01)
C03C 6/06 (2006.01)
A61K 6/77 (2020.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C03C 3/247 (2023.05); C03C 4/0021 (2023.05); C03C 4/0092 (2023.05); A61K 6/77 (2023.05)(21)(22) Application: **2022113708, 23.05.2022**(24) Effective date for property rights:
23.05.2022Registration date:
03.08.2023

Priority:

(22) Date of filing: **23.05.2022**(45) Date of publication: **03.08.2023 Bull. № 22**

Mail address:

125047, Moskva, Miusskaya pl., 9, Rossijskij
khimiko-tehnologicheskij universitet imeni D.I.
Mendeleeva, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Savinkov Vitalij Ivanovich (RU),
Zinina Enzhegel Mansurovna (RU),
Klimenko Nataliya Nikolaevna (RU),
Sigaev Vladimir Nikolaevich (RU),
Romanenko Anastasiya Andreevna (RU),
Posokhova Vera Fedorovna (RU),
Chuev Vladimir Petrovich (RU),
Buzov Andrej Anatolevich (RU),
Kazakova Valentina Sergeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Rossijskij
khimiko-tehnologicheskij universitet imeni D.I.
Mendeleeva (RKHTU im. D.I. Mendeleeva)
(RU),
Aksionernoe obshchestvo
"Opytno-eksperimentalnyj zavod "VladMiVa"
(RU)**

(54) **FLUORINE-CONTAINING STRONTIUM ALUMINOSILICATE GLASS FOR DENTAL GLASS IONOMER CEMENTS**

(57) Abstract:

FIELD: glass production.

SUBSTANCE: invention relates to powdered glass used in dentistry, in particular to fluorine-containing strontium aluminosilicate glass for dental glass ionomer cements. Fluorine-containing strontium aluminosilicate glass includes SiO₂, Al₂O₃, P₂O₅, SrO, AlF₃, SrF₂, besides, the following components are added to the original glass: Ga₂O₃, LaF₃, as well as salts of alkaline components K₂O, Na₂O, MgO, CaO are added, with the following ratios of components, wt. %: SiO₂ 21.0–28.0; Al₂O₃ 23.0–25.0; Ga₂O₃ 0–6.0; P₂O₅

6.0–13.0; SrO 14.0–20.0; AlF₃ 11.0–12.0; SrF₂ 5.0–7.5; LaF₃ 0.2–5.0, up to 1 wt. % K₂O, Na₂O, MgO, CaO.

EFFECT: glass has a high transparency $T \geq 80\%$, a refractive index close to the refractive index of the polymer matrix ($n_{dst} = 1.51-1.54$), and the value of TCLE $\alpha = 52-64 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ while maintaining the high manufacturability of the glass production process and reducing the melting temperature to temperatures below 1,500°C.

1 cl, 1 tbl, 4 ex

Изобретение относится к порошковым стеклам, используемым в стоматологии, в частности, к фторсодержащему стронцийалюмосиликатному стеклу для стоматологических стеклоиономерных цементов. Изобретение может быть использовано для получения стоматологического материала - стеклоиономерного цемента с 5 повышенным содержанием фтора, увеличенной рентгеноконтрастностью и улучшенными эстетическими свойствами за счет использования наполнителя - прозрачного фторсодержащего стронцийалюмосиликатного стекла с коэффициентом преломления 1,51-1,54.

Стеклоиономерные цементы (СИЦ) представляют собой материалы, которые 10 содержат полимерную матрицу и химически активное стекло в качестве наполнителя, которое способно вступать в реакцию с полимерной матрицей. Показатель преломления стекла должен быть сопоставим с показателем преломления полимерной матрицы, что и обеспечивает получение соответствующих эстетических свойств стоматологического материала. Также важно, чтобы коэффициент теплового расширения стеклоиономерного 15 цемента на основе стекла соответствовал коэффициенту теплового расширения твердых тканей зуба, во избежание разрушения стоматологического материала.

На рентгеновском снимке стоматологический материал должен значительно отличаться от твердых тканей зуба, чтобы проводить динамическое наблюдение и оценивать состояние зуба под реставрацией. Это означает, что стекло должно обладать 20 рентгеноконтрастностью. Согласно ISO 9917-1:2007 (E) рентгеноконтрастность стоматологического материала рентгеноконтрастность должна быть эквивалентна той же толщине алюминия. Известно, что в качестве стеклонеполнителя используются фторалюмосиликатные стекла, поскольку стеклоиономерные цементы на его основе обладают необходимыми прочностными свойствами и при этом эффективно 25 предотвращают кариес за счет выделения фтора.

Известен порошок фторалюмосиликатного стекла (Патент US 4775592 Fluoroaluminosilicate glass powder for dental glass ionomer cement) для использования в стоматологии. Отличительной особенностью заявленного изобретения является не только состав стеклопорошка, содержащего (масс. %): 40 кварцевого песка (SiO_2), 26 30 глинозема (Al_2O_3), 20 флюорита (CaF_2), 5 фторида алюминия (AlF_3), 2 фторида натрия (NaF) и 7 фосфата кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, но и проведение дополнительной обработка поверхности порошка фтором в количестве от 0,01 до 5 массовых частей в расчете на 100 массовых частей стеклянного порошка. Согласно патенту, данная операция 35 повышает текучесть цементной пасты сразу после затворения и улучшаются манипуляции по замешиванию. У порошка фторалюмосиликатного стекла по этому изобретению улучшены физические свойства, а именно увеличен предел прочности на сжатие.

Однако недостатком базовых составов стекла для этих наполнителей имеют слишком 40 высокую кристаллизационную способность, а оптические характеристики (коэффициент преломления, пропускание) не учитываются и не рассматриваются как приоритетные. Для выбранных составов стекол не берется во внимание величина рентгеноконтрастности, что является критически важной характеристикой для пломбирочных материалов. Очевидно, что значение рентгеноконтрастности для 45 заявляемых составов стекол низкая, из-за относительно малого количества ионов кальция, который обеспечивает этот показатель, причем в значительно меньшей мере в сравнении с ионами стронция, бария или иных компонентов с большим значением Z - атомного номера элемента. Заявленные составы стекла имеют очень высокое

содержание фтора (от 10 до 40 масс. %) и должны содержать до 40 масс. % Al_2O_3 для достижения достаточной прочности. Функциональные возможности заявленного материала ограничены его низкими эстетическими свойствами и малым значением рентгеноконтрастности. Поэтому он может быть использован только в качестве

5

стоматологического цемента для фиксации коронок и мостов. Известен ряд стекол для стоматологии, заявленных в патенте (US 20070122356). В нем представлены стекла с антимикробным и/или дезинфицирующим действием, которые могут применяться в очень широком спектре стоматологических материалов для восстановления зубов: для композитных материалов; иономерных цементов;

10

компомеров. Указанные в патенте области составов объединены в группы в зависимости от стеклообразующих систем:

Натрийборосиликатные стекла с рядом модифицирующих добавок Al_2O_3 , P_2O_5 , Li_2O , BaO , CaO , ZnO , Ag_2O , CuO , SO_3 , TeO_2 , ZrO_2 , Cr_2O_3 , La_2O_3 .

15

Алюмоцинкфосфатные стекла со щелочными оксидами, модифицирующими и стеклообразующими добавками B_2O_3 , SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , BaO , Ag_2O , CuO , La_2O_3 , ZrO_2 .

20

Сульфосфатные стекла с добавками оксидов Na_2O , CaO , ZnO и модифицирующими добавками Ag_2O , CuO , Cr_2O_3 .

Натрийкальцийкремниевые стекла с добавками P_2O_5 , MgO , Ag_2O , ZnO .

Алюмосиликатные стекла с добавками B_2O_3 , ZnO , CaO , BaO , P_2O_5 , La_2O_3 , SrO , Li_2O , MgO , K_2O , Na_2O , Ta_2O_5 , Ag_2O , F .

25

По своим характеристикам стекла алюмосиликатной системы перспективны в качестве наполнителей, они характеризуются значением показателя преломления (n_d) в интервале 1,47-1,58, значением ТКЛР в диапазоне температур (-30/+70°C) в интервале $\alpha \cdot 10^{-6} = 0,6-10,0$, рентгеноконтрастность лежит в пределах 50%-250%. Достижение

30

результата обеспечивается следующим содержанием компонентов (масс. %): SiO_2 30-99,5%, Al_2O_3 0-30%, B_2O_3 0-10%, BaO 0-35%, CaO 0-10%, P_2O_5 0-9,5%, La_2O_3 0-10%, ZrO_2 0-5%, Li_2O 0-5%, MgO 0-5%, K_2O 0-1%, Na_2O 0-2%, Ta_2O_5 0-1%, Ag_2O 0,1-2%, SrO 0-20%, F 0-18%. Недостатком представленных составов являются высокие термические

35

характеристики (высокие значения температуры стеклования T_g) стекла, слабая рентгеноконтрастность и низкая степень высвобождения фтора. Известно, что высокое поглощение рентгеновских лучей может быть достигнуто за счет соответствующего содержания BaO . Однако, поскольку этот компонент более токсичен чем SrO , а сырьевые барий-содержащие материалы крайне агрессивны по отношению к стекловаренным

40

сосудам в процессе варки, целесообразно избегать BaO в качестве компонента стекол, используемых для наполнителей в стоматологических цементах. Заявленные области составов стекол в патенте US 20070122356 включают очень широкие диапазоны по всем компонентам (сумма $SiO_2+P_2O_5+SO_3+B_2O_3+Al_2O_3$ составляет

45

от 20 до 99,5 масс. %, а сумма $ZnO+Ag_2O+CuO+GeO_2+TeO_2+Cr_2O_3 > 0,01$), что приводит к минимизации возможностей практического применения заявляемых материалов. Известен патент (US 10646408 B2), в котором описано стекло, применяемое в качестве наполнителя стеклоиономерных цементов, с улучшенным эффектом ингибирования

деминерализации. Составы стекла включает следующие компоненты: оксид цинка (ZnO), оксид алюминия (Al₂O₃), фторид алюминия (AlF₃), безводной кремниевой кислоты (SiO₂), фторид кальция (CaF₂), фосфата кальция (Ca₃(PO₄)₂), фторид стронция (SrF₂), оксид фосфора (P₂O₅), оксид лантана (La₂O₃), фторид натрия (NaF) и гидрокарбонат калия (KHCO₃) в разных соотношениях. Эффект деминерализации обеспечивается введением оксида цинка в количестве более 10 масс. %, а при увеличении его содержания до 60 масс. % получают стекла с высоким уровнем пропускания, что обеспечивает эстетические характеристики пломбировочного материала. В указанном патенте не приводятся данные об оптических характеристиках (пропускание, коэффициент преломления) и значениях рентгеноконтрастности заявляемых материалов.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является состав стекла по этому патенту (US 10646408 B2), выбранный в качестве прототипа, включающий (масс. %): F - 13,5; Al₂O₃ - 25,9; SiO₂ - 23,8; P₂O₅ - 1,3; SrO - 35,5. Состав стекла-прототипа не содержит оксид цинка в своем составе, однако приведен в ряду составов стекол с повышенным эффектом деминерализации.

Главными недостатками прототипа является тугоплавкость (высокие значения температуры стеклования T_g), что требует температуры варки стекла выше 1600°C, что негативно сказывается (из-за резкого, по экспоненциальному закону, усиления улета фтора с увеличением температуры варки) на конечном содержании фтора в стеклопорошке и, следовательно, к снижению биоактивности стекла. Сведения о эстетических свойствах в патенте отсутствуют, и вероятно, они недостаточно высокие из-за невысокого уровня пропускания. Данные о сбалансированности значения ТКЛР и показателя преломления стеклопорошка с полимерной матрицей стеклоиономерного цемента - отсутствуют.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является разработка стекла для стоматологического материала - стеклоиономерного цемента, характеризующегося высокой прозрачностью T_{≥80%}, показателем преломления, близким к показателю преломления полимерной матрицы (n_{dCT}=1,51-1,54), и значением ТКЛР α=52-64·10⁻⁷°C⁻¹ при сохранении высокой технологичности процесса получения стекла и снижении температуры варки до температур ниже 1500°C.

Поставленная задача достигается фторсодержащим стронцийалюмосиликатным стеклом для стоматологических стеклоиономерных цементов, включающее SiO₂, Al₂O₃, P₂O₅, SrO, AlF₃, SrF₂, при этом в состав исходного стекла дополнительно вводят Ga₂O₃, LaF₃, а также соли щелочных компонентов K₂O, Na₂O, MgO, CaO, при следующих соотношениях компонентов в масс. %: SiO₂ 21,0-28,0; Al₂O₃ 23,0-25,0; Ga₂O₃ 0-6,0; P₂O₅ 6,0-13,0; SrO 14,0-20,0; AlF₃ 11,0-12,0; SrF₂ 5,0-7,5; LaF₃ 0,2-5,0, до 1 масс. % K₂O, Na₂O, MgO, CaO.

Заявляемые составы должны сохранять соотношение компонентов стекла, что позволяет получать прозрачные стекла с пропусканием T_{≥80%} при температурах варки, не превышающих 1500°C.

При сохранении заявляемых соотношений компонентов получают стекла без признаков объемной кристаллизации при сохранении высокой концентрации фтора, который в свою очередь обладает высокой склонностью к глушению и/или опалесценции стекол.

Дополнительное введение в заявляемый состав стекла LaF_3 в диапазоне 0,2-5 масс. % позволяет варьировать значение коэффициента преломления ($n_{\text{дСТ}}=1,51-1,54$) при сохранении высокого значения ретгеноконтрастности (до 330%). При увеличении содержания LaF_3 значение коэффициента преломления возрастает. Введение в состав стекла фторида лантана не только повышает устойчивость к кислотам отвержденного вещества стоматологического цемента, но увеличивает его рентгеноконтрастность. Таким образом, достигаются максимальные эстетические, технологические и эксплуатационные характеристики стоматологического материала.

Компоненты SiO_2 и P_2O_5 используются в качестве стеклообразователей. При увеличении содержания оксида кремния относительно заявляемых значений температура стеклования повышается, что требует температуры варки стекла выше 1500°C , а при более низком содержании меняется химическая устойчивость стекла. Содержание 21-28 масс. %, является предпочтительным, поскольку в этом диапазоне возможна реализация приемлемых технологических условий синтеза стекла.

Компонент P_2O_5 добавляется для того, чтобы понизить температуру варки, а также для получения необходимых химических свойств стеклонаполнителя.

Стекло содержит Al_2O_3 в качестве как дополнительного стеклообразователя, так и модификатора, который обеспечивает основность стекла в присутствии оксидов щелочных и щелочноземельных элементов Σ (K_2O , Na_2O , MgO , CaO) и SrO . Этот компонент необходим для достижения необходимой химической активности при взаимодействии стеклонаполнителя с полимерной кислотой при установке пломбирочного материала. Однако содержание Al_2O_3 ограничено, так как увеличение содержания Al_2O_3 в стекле требует увеличения температуры варки и поэтому содержание Al_2O_3 не должно превышать 25 масс. %. Если содержание ниже 23,0 масс. % Al_2O_3 , описанные преимущества с точки зрения образования хелатных связей с полимерной матрицей, долговечности и прочности стеклоиономерного цемента со стеклонаполнителем резко снижаются.

Для достижения достаточного поглощения рентгеновских лучей в стекло добавляют 14-20 масс. % оксида стронция. Оксид стронция имеет сходное с оксидом бария поведение по поглощению рентгеновских лучей, но обладает меньшей токсичностью. По своим токсикологическим свойствам он больше похож на оксид кальция. Оксид кальция и оксид стронция взаимозаменяемы в стекле, но оксид кальция имеет значительно более низкую способность поглощения рентгеновских лучей, чем оксид стронция, так что требуемое поглощение рентгеновских лучей не может быть достигнуто, если используется только оксид кальция. Стронций дает эффект увеличения ретгеноконтрастности по сравнению с кальцием в этих стеклах без каких-либо побочных эффектов и не ухудшает внешний вид (эстетические характеристики) этих цементов. Поэтому для достижения требуемого уровня поглощения рентгеновских лучей необходимо, чтобы содержание SrO не опускалось ниже 14 масс. %.

Стекло содержит AlF_3 в количестве 11-12 масс. %. Для достижения необходимого уровня биоактивности стекла в составе должен содержаться более 10% фторида алюминия по массе. Ионы алюминия, вводимые в состав стекла через фторид алюминия, так же обеспечивают необходимую химическую активность при взаимодействии стеклонаполнителя с полимерной кислотой при установке пломбирочного материала. Выделение фтора в процессе использования пломбирочного материала прямо пропорционально количеству фторсодержащего материала. В состав стекла вводится

фторид стронция SrF_2 в диапазоне 5-7,5 масс. %. Таким образом, удается достичь максимального содержания фторидов в стекле.

Составы стекол содержат небольшое количество щелочей, таких как K_2O , Na_2O , MgO , CaO до 1 масс. %, которые улучшают технологичность стекла и его основность. Благодаря таким малым добавкам удается получать стекла при температурах, не превышающих 1500°C . В случае фторсодержащих составов стекол это является критически важным показателем из-за высокого уровня улета фторсодержащих компонентов стекла при возрастании температуры варки.

Согласно изобретению, технический способ получения стекла достигается следующим образом. Шихта заявляемого состава, содержащая следующие компоненты: SiO_2 , Al_2O_3 , Ga_2O_3 , P_2O_5 , SrO , AlF_3 , SrF_2 , LaF_3 и небольшое количество K_2O , Na_2O , MgO , CaO до 1 масс. % после взвешивания сырьевых компонентов, перемешивают в смесителе в течение 60 минут при 35 об/мин. Шихту загружают в корундовый тигель объемом до 2 л и перемещают в электрическую печь, где проходит варка стекла при температуре $1450\text{--}1500^\circ\text{C}$, с дальнейшей выработкой стекломассы в воду с получением стеклогранулята.

Примеры составов стекол и их характеристические свойства приведены в таблице 1.

Таблица 1. Составы и свойства синтезированных стекол (масс. %)

	1	2	3	4
SiO_2	21,00	24,53	28,00	27,00
Al_2O_3	24,00	25,00	25,00	23,00
Ga_2O_3	6,00	3,15	1,50	-
P_2O_5	12,00	11,25	6,00	13,00
SrO	20,00	14,79	14,00	16,00
AlF_3	11,00	11,53	12,00	12,00
SrF_2	5,00	6,25	7,50	7,00
LaF_3	0,20	2,50	5,00	1,00
MgO	0,10	0,16	0,16	0,16
K_2O	0,39	0,53	0,53	0,53
Na_2O	0,10	0,10	0,10	0,10
CaO	0,21	0,21	0,21	0,21
n_d	1,51	1,52	1,54	1,53
ρ , г/см ³	2,79	2,83	3,01	2,95
$\alpha \cdot 10^7$, К ⁻¹	64	60	52	56
T_g , °С	605	620	638	630
Рентгеноконтрастность, %	300	320	330	310
Прозрачность Т, %	90	90	90	90

Пример 1

Стекло состава 1 (табл. 1) получено из сырьевых материалов категории не ниже чистых (Ч), которые смешивают в смесителе в течение 60 мин. Приготовленную шихту загружают в корундовый тигель и при температуре 850°C помещают в электрическую печь шахтного типа с SiC-нагревателями. После загрузки шихты, температуру в печи за 3 ч поднимают до 1500°C и выдерживают в течении 1 ч до полной гомогенизации расплава. После осветления стекломассы температуру снижают инерционно до 1480°C и выработывают в воду.

Стекло обладает следующими свойствами: показатель преломления $n_d=1,51$; плотность $\rho=2,79$ г/см³; ТКЛР $\alpha_{(-30\text{--}+70^\circ\text{C})}=64 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹; прозрачность 90%; температура

стеклования $T_g=605^\circ\text{C}$, рентгеноконтрастность 300%.

Пример 2

5 Стекло состава 2 (табл. 1) полученное по аналогии с примером 1, обладает свойствами: показатель преломления $n_d=1,52$; плотность $\rho=2,83 \text{ г/см}^3$; ТКЛР $\alpha_{(-30+70^\circ\text{C})}=60 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$; прозрачность 90%; температура стеклования $T_g=620^\circ\text{C}$, Рентгеноконтрастность 320%.

Пример 3

10 Стекло состава 3 (табл. 1), полученное по аналогии с примером 1, обладает свойствами: показатель преломления $n_d=1,54$; плотность $\rho=3,01 \text{ г/см}^3$; ТКЛР $\alpha_{(-30+70^\circ\text{C})}=52 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$; прозрачность 90%; температура стеклования $T_g=638^\circ\text{C}$, рентгеноконтрастность 330%.

Пример 4

15 Стекло состава 4 (табл. 1), полученное по аналогии с примером 1, обладает свойствами: показатель преломления $n_d=1,53$; плотность $\rho=2,95 \text{ г/см}^3$; ТКЛР $\alpha_{(-30+70^\circ\text{C})}=56 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$; прозрачность 90%; температура стеклования $T_g=630^\circ\text{C}$,
20 рентгеноконтрастность 310%.

(57) Формула изобретения

Фторсодержащее стронцийалюмосиликатное стекло для стоматологических
стеклоиономерных цементов, включающее SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , SrO , AlF_3 , SrF_2 ,
25 отличающееся тем, что в состав исходного стекла дополнительно вводят Ga_2O_3 , LaF_3 ,
а также щелочные компоненты K_2O , Na_2O , CaO , MgO при следующем соотношении
компонентов, масс. %:

30	SiO_2	21,0-28,0
	Al_2O_3	23,0-25,0
	P_2O_5	6,0-13,0
	SrO	14,0-20,0
	AlF_3	11,0-12,0
	SrF_2	5,0-7,5
35	Ga_2O_3	0-6,0
	LaF_3	0,2-5,0
	Общее количество K_2O , Na_2O , MgO , CaO	0,8-1,0

40

45