

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23812**

(13) **С1**

(46) **2022.08.30**

(51) МПК

C 03C 4/08 (2006.01)

C 03C 3/066 (2006.01)

(54)

СТЕКЛО РАДИОЗАЩИТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20210107

(22) 2021.04.15

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Дяденко Михаил Васильевич; Сидоревич Анастасия Геннадьевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) ПАВЛУШКИНА Т.К. и др. Стекла, ослабляющие электромагнитное излучение. Стекло и керамика, 2020, № 8, с. 11-16.

JP 10-226533 A, 1998.

EA 012050 B1, 2009.

EA 201590972 A1, 2015.

US 5364820 A, 1994.

BY 4935 C1, 2003.

(57)

Стекло радиозащитного назначения, включающее SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 и MgO , отличающееся тем, что дополнительно содержит BaO и ZnO при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO_2	26-33
B_2O_3	28-34
Al_2O_3	15-25
MgO	3-6
BaO	6-9
ZnO	6-9.

Изобретение относится к стекольной промышленности, а именно к производству радиозащитных стекол, применяемых для ослабления электромагнитного излучения в диапазоне 1-3 ГГц.

Радиозащитный материал представляет особый класс материалов, состав и структура которых обеспечивают эффективное ослабление электромагнитной энергии сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона путем ее преобразования в другие виды энергии, главным образом в тепловую.

Известен материал [1], предназначенный для поглощения электромагнитных волн, который состоит из пористого стекловидного материала, включающего более 85 мас. % стеклофазы. Пористый стекловидный материал получают из шихты, содержащей, мас. %: кремнеземсодержащий материал - 61-68; кальцинированную соду - 19-23 и доломит - 13-16. Термообработка шихты осуществляется в интервале температур 900-950 °С и позволя-

ет получить стекловидный материал, содержащий 5,0-14,5 мас. % кварца размером менее 0,5 мкм [1].

Данный материал не может быть использован в качестве защитного экрана, а также для остекления зданий, так как он не обладает требуемой степенью пропускания в видимом диапазоне.

Известен радиозащитный материал [2], полученный из углеродсодержащей композиции, которая включает, мас. %: SiO_2 - 8-15, ультрадисперсный активный углерод - 5-16, насыщенный раствор лигносульфоната аммония - 2-6, вода - остальное. Ультрадисперсный активный углерод растворяется в разбавленном водой жидком стекле с концентрацией SiO_2 8-15 мас. %. Полученный материал может быть использован для придания радиозащитных свойств радиопрозрачным материалам за счет покрытия поверхности и введения радиопоглощающих частиц в объем материала [2]. Недостатками указанного материала являются его высокая стоимость и относительно узкая область применения.

Известен радиозащитный слоистый материал [3], включающий слой органического стекла и по крайней мере два слоя полимерной пленки. На одну из пленок нанесено функциональное электропроводящее теплозащитное покрытие, в котором слои полимерной пленки выполнены из полиэтилентерефталата. Между ними расположен дополнительный электропроводный склеивающий слой на основе акриловых полимеров и органических растворителей с диэлектрической проницаемостью более 60. Радиозащитный слоистый материал характеризуется энергетическим коэффициентом ослабления - 1,3-2,0; коэффициентом пропускания при частоте 10 ГГц - 0,1-5,0 %; коэффициентом отражения при частоте 10 ГГц - 0,5-58 % [3].

Недостатками данного изобретения являются значительные энергозатраты при производстве данного материала и его высокая стоимость, обусловленная использованием дорогостоящего оборудования для нанесения соответствующего покрытия. Кроме того, органическое стекло обладает невысокой устойчивостью к механическим повреждениям, в том числе к появлению царапин.

Известна область составов стекол радиозащитного назначения, синтезированных в системе $\text{R}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (где R_2O - Na_2O , K_2O , Li_2O) [4] при следующем содержании компонентов, мол. %: 20,0-22,5 R_2O , 10,0-12,0 B_2O_3 , 65,0-70,0 SiO_2 . Стекла характеризуются высокой устойчивостью стеклообразного состояния при его градиентной термообработке в интервале температур 400-1100 °С, термостойкостью 125 ± 5 °С. Стекла обладают значительным ослаблением электромагнитного излучения в диапазоне 1-3 ГГц [4].

Недостатками известного изобретения являются невысокая термостойкость и относительно низкая химическая устойчивость к реагентам I группы, что накладывает определенные ограничения на область применения данного типа стекла.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является стекло, ослабляющее электромагнитное излучение, которое имеет следующий химический состав, мас. %: SiO_2 - 64, Al_2O_3 - 2, Na_2O - 15, MgO - 5, CaO - 10, B_2O_3 - 4 (состав S-1) [5]. Синтез данного стекла осуществлялся при температуре 1490-1520 °С. Данное стекло имплантировано рядом переходных элементов (Ti, V, Cr, Mn, Co, Fe, Ni, Cu, W и Mo). Ослабление мощности электромагнитного излучения при длине волны 3 см (что тождественно частоте 10 ГГц) стеклом состава S-1 составляло 2 дБ, а стеклом состава S-1, в которое имплантированы ионы кобальта, - 32,6 дБ [5].

Для стекла состава S-1, в которое имплантированы ионы кобальта, величина поглощения в видимом диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, изменяется от 60 до 13 % соответственно.

Недостатками данного изобретения являются недостаточно высокое светопропускание в видимом диапазоне за счет наличия красящих ионов кобальта, низкая термостойкость, характерная для листовых стекол, а также значительная стоимость ввиду высокой цены на технологию получения данного типа стекол.

ВУ 23812 С1 2022.08.30

Задачей предлагаемого изобретения является разработка состава стекла радиозащитного назначения, обеспечивающего ослабление электромагнитного излучения в диапазоне 1-3 ГГц, высокое светопропускание в видимом диапазоне, устойчивость к кристаллизации и термостойкость не ниже 200 °С.

Решение поставленной задачи достигается тем, что стекло радиозащитного назначения, включающее SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 и MgO , отличается тем, что дополнительно содержит BaO и ZnO при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO_2	26-33
B_2O_3	28-34
Al_2O_3	15-25
MgO	3-6
BaO	6-9
ZnO	6-9.

Данное содержание компонентов обеспечивает формирование в структуре стекла группировок, характеризующихся структурно-геометрической совместимостью, что обуславливает ослабление проходящего через такое стекло электромагнитного излучения СВЧ-диапазона путем преобразования его энергии в тепловую или электрическую. Введение оксидов бария и цинка в указанном количестве обеспечивает достижение показателя термостойкости не ниже 270 °С и поглощение в видимом диапазоне длин волн (от 400 до 700 нм), не превышающее 3-4 %. Кроме того, технология получения стекла предлагаемого состава для ослабления электромагнитного излучения не требует использования дорогостоящей стадии имплантирования, что обуславливает относительно невысокую стоимость данного изобретения и является его преимуществом.

Совместное введение оксидов бария и цинка в указанном количестве для обеспечения требуемого комплекса радиофизических характеристик по литературным и патентным источникам нами не установлено.

Для приготовления шихты при варке стекол, ослабляющих электромагнитное излучение СВЧ-диапазона, используют кварцевый песок, борную кислоту, глинозем, барий азотнокислый, оксид магния и цинковые белила.

Шихту готовят традиционным порошковым способом.

Стекло варят в газовой печи периодического действия в корундовом тигле при температуре 1460-1480 °С и выработывают в форме пластин и палочек с требуемыми геометрическими параметрами.

Изобретение поясняется выполнением конкретных примеров.

Пример 1.

Шихтовые компоненты взвешивают и смешивают. Стекломассу варят в газовой печи периодического действия в корундовом тигле при температуре 1470 ± 10 °С до полной степени провара, что определяется отсутствием газовых включений и непроваренных сырьевых компонентов. Стекло формуют, затем подвергают отжигу при температуре 580 ± 5 °С. На полученных образцах осуществляют определение радиофизических характеристик (показатель ослабления, коэффициент стоячей волны (КСВ), тангенс угла диэлектрических потерь), ТКЛР, оптической плотности (поглощения в видимом диапазоне) и кристаллизационной способности.

Примеры предлагаемых составов стекол, а также состав прототипа приведены в табл. 1, а основные свойства предлагаемых стекол и прототипа - в табл. 2.

Химические составы стекол

Компоненты	Составы стекол, мас. %				
	1	2	3	4	Прототип
SiO ₂	30	26	30	33	64
B ₂ O ₃	30	34	30	28	4
Al ₂ O ₃	20	25	20	15	2
MgO	4	3	5	6	5
BaO	8	6	6	9	-
ZnO	8	6	9	9	-
Na ₂ O	-	-	-	-	15
CaO	-	-	-	-	10
Co ⁺	-	-	-	-	Имплант при дозе D = 6·10 ¹⁶ см ⁻²

Таблица 2

Технологические и физико-химические свойства стекол

Показатель	Величина показателя для приведенных составов стекол				
	1	2	3	4	Прототип
КСВ, дБ/мм, при частоте: 2,04 ГГц	1,03	1,01	1,02	1,04	-
2,52 ГГц	0,43	0,51	0,45	0,49	-
2,98 ГГц	0,83	0,69	0,95	0,79	-
Показатель ослабления, дБ/мм, при частоте: 2,04 ГГц	1,22	1,15	1,18	1,21	-
2,52 ГГц	0,63	0,68	0,65	0,63	-
2,98 ГГц	1,01	0,90	1,00	1,08	-
tgδ, при частоте: 2,04 ГГц	2,60	2,43	2,35	2,60	-
2,52 ГГц	1,58	1,51	1,52	1,60	-
2,98 ГГц	1,58	1,28	1,61	1,51	-
Показатель ослабления электромагнитного излу- чения при длине волны 3 см, дБ	-	-	-	-	2,0 (неимплан- тированное) 32,6 (имплан- тированное Co ⁺)
Поглощение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, %	3-4	3-4	3-4	3-4	Изменяется от 60 до 13 % со- ответственно
ТКЛР, α ₂₀₋₃₀₀ · 10 ⁷ , К ⁻¹	43±0,5	35±0,5	41 ±0,5	45±0,5	-
Термостойкость, °С	275±5	270±5	275±5	270±5	120±5*
Температура синтеза	1470±10	1470±10	1470±10	1470±10	1490-1520
Плотность, кг/м ³	2528±5	2537±5	2518±5	2543±5	2520±5*
Склонность к кристаллиза- ции	Отсутствие признаков кристалли- зации	Отсутствие признаков кристалли- зации	Отсут- ствие призна- ков кри- сталлиза- ции	Отсутствие признаков кристалли- зации	Отсутствие признаков кристаллиза- ции*

* - свойства определены с использованием материально-технической базы кафедры технологии стекла и керамики БГТУ.

BY 23812 C1 2022.08.30

Как видно из табл. 2, предлагаемые составы стекол в сравнении с прототипом характеризуются высокими значениями показателя ослабления в диапазоне 1-3 ГГц, термостойкости и минимальным значением поглощения в видимом диапазоне длин волн от 400 до 700 нм. При изготовлении защитных материалов (экранов, очковых линз) на основе стекла предлагаемого состава они будут характеризоваться более высокой степенью защиты от электромагнитного излучения в диапазоне 1-3 ГГц, минимальным значением поглощения в видимом диапазоне длин волн от 400 до 700 нм и более высокими эксплуатационными характеристиками (устойчивость к температурным перепадам, в том числе в результате преобразования электромагнитной энергии в тепловую).

Данное изобретение может быть использовано на предприятиях и в организациях, осуществляющих разработку и производство материалов, ослабляющих электромагнитное излучение сверхвысокочастотного диапазона.

Источники информации:

1. RU 2494507 C1, 2013.
2. RU 2519244 C1, 2014.
3. RU 2433916 C1, 2011.
4. ДЯДЕНКО М.В. и др. Боросиликатные стекла радиозащитного назначения. Физика и химия стекла, 2021, № 1, т. 47, с. 37-49.
5. ПАВЛУШКИНА Т.К. и др. Стекла, ослабляющие электромагнитное излучение. Стекло и керамика, 2020, № 8, с. 11-16 (прототип).