

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **048065**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.10.23

(51) Int. Cl. **H05K 9/00 (2006.01)**
H01Q 17/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202392645

(22) Дата подачи заявки
2023.09.20

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО УГЛЕСОДЕРЖАЩЕГО ПОГЛОТИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ-ДИАПАЗОНА С ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ И ПОГЛОТИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ-ДИАПАЗОНА, ИЗГОТОВЛЕННЫЙ ЭТИМ СПОСОБОМ**

(43) **2024.10.21**

(96) **2023/EA/0058 (BY) 2023.09.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ" (BY)**

**Саванович Светлана Эдуардовна,
Богуш Наталья Валерьевна,
Гусинский Александр Владимирович
(BY)**

(56) JP-A-2002368477
US-B2-9263802
JP-A-2010153833
US-B2-11606889
US-B2-6771204
US-A1-20230032553
JP-B2-5734590
JP-B2-5441211

(72) Изобретатель:
**Бойправ Ольга Владимировна,
Белоусова Елена Сергеевна,**

(57) Изобретение относится к устройствам для поглощения излучаемых антенной волн и может быть использовано для экранирования помещений или покрытия поверхностей безэховых камер. Задачей изобретения является снижение временных затрат, связанных с изготовлением поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона с геометрически неоднородной поверхностью. Для решения поставленной задачи изготавливают твердотельную полимерную форму, характеризующуюся толщиной стенок не более 1,0 мм и представляющую собой совокупность полусферических, пирамидальных или конических углублений или совокупность таких углублений, высота которых должна составлять порядка половины длины электромагнитной волны на нижней граничной частоте рабочего диапазона частот изготавливаемого поглотителя электромагнитного излучения. Длина и ширина формы определяются требованиями к соответствующим параметрам изготавливаемого поглотителя электромагнитного излучения. Изготавливают углесодержащую смесь, состав которой определяется совокупностью таких требований как: значение нижней границы рабочего диапазона частот поглотителя электромагнитного излучения; тип поверхности безэховой камеры или экранированного помещения, на которой будет закрепляться поглотитель. Полученной углесодержащей смесью заполняют углубления твердотельной полимерной формы и высушивают в вентиляционном сушильном шкафу при температуре 30,0-35,0°C. Откраивают от рулона фольгированного полимерного материала фрагмент, длина и ширина которого равны длине и ширине ранее изготовленной твердотельной полимерной формы. Клеевым способом соединяют все полученные ранее элементы.

048065 B1

048065 B1

Изобретение относится к устройствам для поглощения излучаемых антенной волн и может быть использовано для экранирования помещений или покрытия поверхностей безэховых камер.

Известно устройство для ослабления энергии электромагнитных волн [1], включающее в себя плоскую основу с круглыми отверстиями, в каждом из которых закреплена полая емкость пирамидальной формы, изготовленная из полимерного радиопрозрачного материала и заполненная дистиллированной водой.

Известен поглотитель электромагнитных волн [2] в виде заполненной смесью порошкообразного углеродосодержащего материала (графит, сажа или углеродные нанотрубки) со смолой или неорганическим связующим веществом (цемент, оксид алюминия, диоксид циркония или диоксид кремния) формы, представляющей собой совокупность пластинчатых частей, частей в виде сгруппированных полых пирамид и частей в виде сгруппированных полых клиньев.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является способ изготовления широкополосного поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона [3], при котором из материала на основе смешанных в одинаковом соотношении полиэтилена, полипропилена или вспененного пропилена и нанодисперсного углерода выполняется отливка плит, поверхность которых характеризуется наличием геометрических неоднородностей, размер и форма которых определяются требованиями к рабочему диапазону частот указанного поглотителя, после чего выполняется формирование в указанных геометрических неоднородностях сквозных отверстий, обеспечивающих дополнительное рассеяние взаимодействующих с указанным поглотителем электромагнитных волн.

Недостатком известного способа являются высокие временные затраты, необходимые на его реализацию, обусловленные длительностью процесса смешивания в одинаковом соотношении полиэтилена, полипропилена или вспененного пропилена и нанодисперсного углерода, связанного с двумя особенностями:

1) малый размер частиц нанодисперсного углерода, обуславливающий формирование их агломератов, в ходе смешивания полиэтилена, полипропилена или вспененного пропилена и нанодисперсного углерода;

2) равномерное распределение частиц нанодисперсного углерода по объему полиэтилена, полипропилена или вспененного пропилена.

Задачей предлагаемого изобретения является снижение временных затрат, связанных с изготовлением поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона с геометрически неоднородной поверхностью.

Указанная задача решается тем, что поглотитель электромагнитного излучения СВЧ-диапазона изготавливается в соответствии со способом, включающим в себя следующие этапы.

Этап 1. Изготовление твердотельной полимерной формы, характеризующейся толщиной стенок не более 1,0 мм и представляющей собой совокупность полусферических, пирамидальных или конических углублений, или совокупности таких углублений, высота которых составляет порядка половины от длины электромагнитной волны на нижней граничной частоте рабочего диапазона частот изготавливаемого поглотителя электромагнитного излучения. Длина и ширина формы определяются требованиями к соответствующим параметрам изготавливаемого поглотителя электромагнитного излучения.

Этап 2. Изготовление углеродсодержащей смеси, состав которой определяется совокупностью следующих требований (таблица):

значение нижней границы рабочего диапазона частот изготавливаемого поглотителя электромагнитного излучения (требование 1);

тип поверхности безэховой камеры или экранированного помещения, на которой будет закрепляться изготавливаемый поглотитель (требование 2).

Состав углесодержащей смеси в зависимости от требований

Состав углесодержащей смеси	Требование 1	Требование 2
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (15,0 мас. %), порошкообразный магнитный материал (5,0 мас. %), связующее вещество в виде поливинилацетатного клея (40,0 мас. %), вода (остальное)	~ 100,0 МГц	Потолок, стены
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (20,0 мас. %), связующее вещество в виде поливинилацетатного клея (40,0 мас. %), вода (остальное)	~ 1,0 ГГц	
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (4,0 мас. %), порошкообразный магнитный материал (1,0 мас. %), связующее вещество в виде гипса (55,0 мас. %), вода (остальное)	~ 100,0 МГц	Стены
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (5,0 мас. %), связующее вещество в виде гипса (55,0 мас. %), вода (остальное)	~ 1,0 ГГц	
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (25,0 мас. %), порошкообразный магнитный материал (5,0 мас. %), полимерное связующее вещество (остальное)	~ 100,0 МГц	Пол
Порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм (30,0 мас. %), полимерное связующее вещество (остальное)	~ 1,0 ГГц	

Этап 3. Заполнение углесодержащей смесью, изготовленной в результате реализации этапа 2, углублений твердотельной полимерной формы, изготовленной в результате реализации этапа 1.

Этап 4. Высушивание заполненной углесодержащей смесью твердотельной полимерной формы в вентиляционном сушильном шкафу при температуре 30,0-35,0°C (нужно ли указывать в течение какого времени или до какого состояния происходит процесс высушивания).

Этап 5. Откраивание от рулона фольгированного полимерного материала фрагмента, длина и ширина которого равны длине и ширине твердотельной полимерной формы, изготовленной в результате реализации этапа 1.

Этап 6. Клеевое соединение фрагмента, полученного в результате реализации этапа 5, с твердотельной полимерной формой, заполненной в результате реализации этапа 3 углесодержащей смесью, и высушенной в результате реализации этапа 4.

На фиг. 1 представлен внешний вид поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленного в соответствии с предложенным способом.

Поглотитель электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленный в соответствии с предложенным способом, включает в себя твердотельную полимерную форму 1 и представляющую собой совокупность полусферических (фиг. 1, а), пирамидальных или конических углублений (фиг. 1, б) или совокупности таких углублений (фиг. 1, в), углесодержащую смесь 2 на основе порошкообразного активированного древесного угля с размером частиц более 3,0 мм, фрагмент фольгированного полимерного материала 3.

Временные затраты, необходимые на реализацию предложенного способа, ниже по сравнению с временными затратами, необходимыми на реализацию способа [3], являющегося аналогом, в связи с тем, что при смешивании порошкообразного активированного древесного угля с размером частиц более 3,0 мм, порошкообразного магнитного материала (при необходимости) и связующего вещества на основе поливинилацетатного клея и воды, или связующего вещества на основе гипса и воды, или полимерного связующего вещества ниже, т.к. в процессе смешивания не формируются агломераты частиц из этих материалов.

Принцип действия поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленного в соответствии с предложенным способом, состоит в следующем.

Часть электромагнитных волн, взаимодействующих с поглотителем электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленного в соответствии с предложенным способом, и характеризующихся значением частоты, принадлежащим рабочему диапазону частот этого поглотителя, рассеиваются на геометрических неоднородностях его поверхности, т.к. размер последних превышает одну восьмую от длины электромагнитной волны на нижней граничной частоте рабочего диапазона частот этого поглотителя (что соответствует критерию Рэлея). Часть электромагнитных волн, взаимодействующих с поглотителем электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленного в соответствии с предложенным способом, характеризующихся значением частоты, принадлежащим рабочему диапазону частот этого поглотителя, и не рассеянных на геометрических неоднородностях его поверхности, рассеивается на частицах входящего в состав этого поглотителя порошкообразного активированного угля, т.к. частицы порошкообразного активированного угля относительно указанных электромагнитных волн являются аналогом мелкой дифракционной решетки. Часть электромагнитных волн, взаимодействующих с поглотителем электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленного в соответствии с предложенным способом, характеризующихся значением частоты, принадлежащим рабочему диапазону частот этого поглотителя, не рассеянных на геометрических неоднородностях его поверхности и не рассеянных на частицах входящего в состав этого поглотителя порошкообразного активированного угля, отражается от входящего в состав этого поглотителя фрагмента фольгированного полимерного материала, после чего рассеивается на частицах входящего в состав этого поглотителя порошкообразного активированного угля.

Порошкообразный магнитный материал, входящий в состав углесодержащей смеси, обеспечивает ослабление энергии взаимодействующих с поглотителем электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, электромагнитных волн, значения частоты которых лежат в диапазоне от 100,0 МГц до 1,0 ГГц.

Источники информации.

1. Пат. ВУ9130, Н01Q17/00. Устройство для ослабления энергии электромагнитных волн / Лыньков Л.М., Бойправ О.В., Борботько Т.В., Соколов В.Б. (Республика Беларусь). – № u20120606; заявл. 13.06.2012; опубл. 30.04.2013.

2. Пат. CN103547134A, H01Q17/008. Electromagnetic wave absorber / Takase Keita (China). – CN201310288187.5A; applied 10.07.2013; published 29.01.2014.

3. Пат. KR102012415B1, H05K9/0088. Broadband electromagnetic wave absorber and method for manufacturing thereof / Jang Se-hee, Jin Jeong-hee (South Korea). – KR 1020190047975A; applied 24.04.2019; published 20.08.2019.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления твердотельного углесодержащего поглотителя электромагнитного излучения СВЧ-диапазона с геометрически неоднородной поверхностью, при котором изготавливают твердотельную полимерную форму, характеризующуюся толщиной стенок не более 1,0 мм, далее изготавливают углесодержащую смесь, содержащую порошкообразный активированный древесный уголь с размером частиц более 3,0 мм, связующее вещество и воду, или полимерное связующее вещество, затем полимерную форму заполняют углесодержащей смесью и высушивают в вентиляционном сушильном шкафу при температуре 30,0-35,0°C, далее откраивают фрагмент фольгированного полимерного материала, длина и ширина которого равны длине и ширине твердотельной полимерной формы, после чего выполняют клеевое соединение всех элементов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что твердотельная полимерная форма представляет собой совокупность полусферических, пирамидальных или конических углублений или совокупность таких углублений, высота которых составляет порядка половины от длины электромагнитной волны на нижней граничной частоте рабочего диапазона частот поглотителя.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 15,0 мас.%, порошкообразный магнитный материал - 5,0 мас.%, связующее вещество в виде поливинилацетатного клея - 40,0 мас.%, вода - остальное.

4. Способ по п.1 и 3, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 20,0 мас.%, связующее вещество в виде поливинилацетатного клея - 40,0 мас.%, вода - остальное.

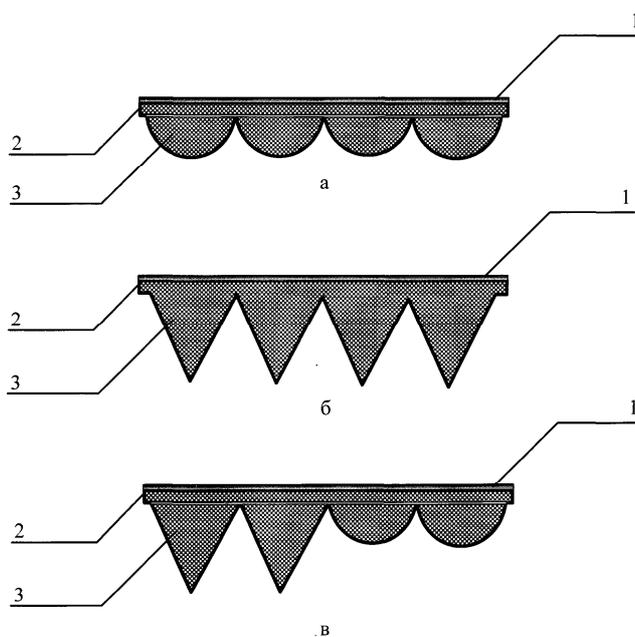
5. Способ по п.1, 3, 4, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 4,0 мас.%, порошкообразный магнитный материал - 1,0 мас.%, связующее вещество в виде гипса - 55,0 мас.%, вода - остальное.

6. Способ по п.1, 3, 4, 5, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 5,0 мас.%, связующее вещество в виде гипса - 55,0 мас.%, вода - остальное.

7. Способ по п.1, 3, 4, 5, 6, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 25,0 мас.%, порошкообразный магнитный материал - 5,0 мас.%, полимерное связующее вещество - остальное.

8. Способ по п.1, 3, 4, 5, 6, 7, отличающийся тем, что в состав углесодержащей смеси входят порошкообразный активированный древесный уголь - 30,0 мас.%, полимерное связующее вещество - остальное.

9. Поглотитель электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, изготовленный в соответствии со способом по п.1 и представляющий собой твердотельную полимерную форму, заполненную углесодержащей смесью.



Фиг. 1



Евразийская патентная организация, ЕАПО

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2