



(51) МПК  
*G12B 17/02* (2006.01)  
*G01S 7/00* (2006.01)  
*H05K 9/00* (2006.01)  
*B82B 1/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008110314/28, 17.03.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 17.03.2008

(45) Опубликовано: 10.08.2009 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: US 2006241236 A1, 26.10.2006. US  
 7239261  
 B2, 03.07.2007. RU 2094370 C1, 27.10.1997. RU  
 2234176 C2, 10.08.2004. JP 2006156543 A,  
 15.06.2006.

Документ находится в Патентном отделе

**ОКБ АСТРОН**

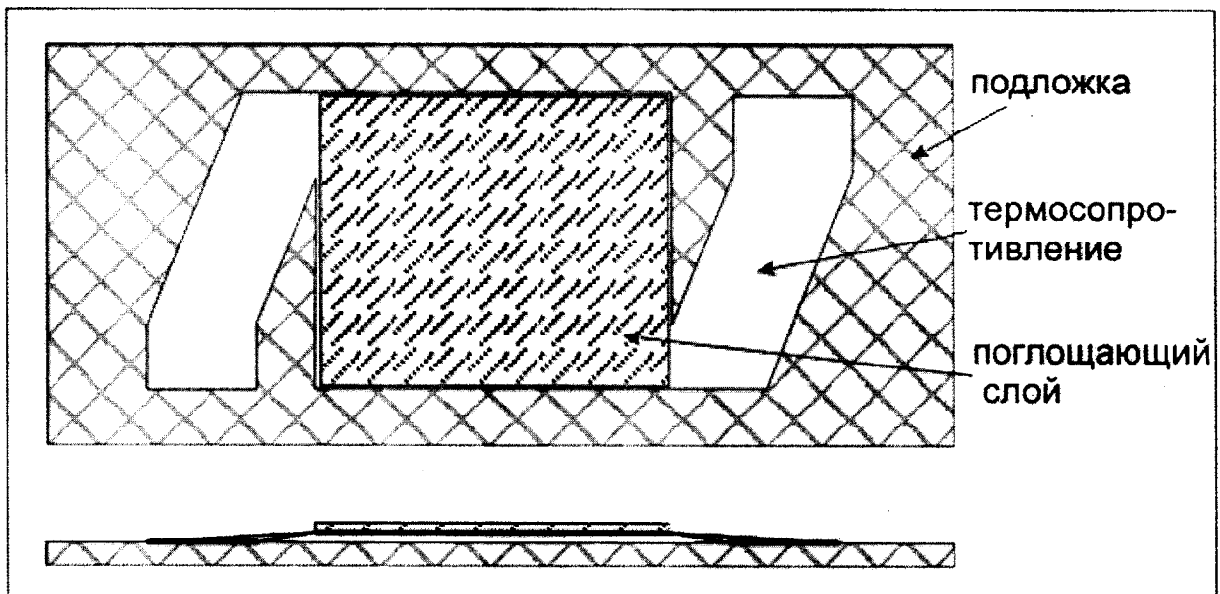
140081, Московская область, г.Лыткарино,  
 ул.Парковая, д.1

## (54) МАТЕРИАЛ, ПОГЛОЩАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области  
 использования наноматериалов. Предлагается  
 применять углерод луковичной структуры в

качестве чувствительного элемента детектора в  
 терагерцовом диапазоне волн, поглощающего  
 электромагнитное излучение (ЭМИ) в  
 диапазоне в области частот 30-230 ТГц, 3 ил.



Фиг. 1

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ  
**ОКБ АСТРОН**  
 WWW.ASTROHN.RU



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G12B 17/02* (2006.01)  
*G01S 7/00* (2006.01)  
*H05K 9/00* (2006.01)  
*B82B 1/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2008110314/28, 17.03.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**17.03.2008**

(45) Date of publication: **10.08.2009 Bull. 22**

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

**(54) MATERIAL THAT ABSORBS ELECTROMAGNET RADIATION**

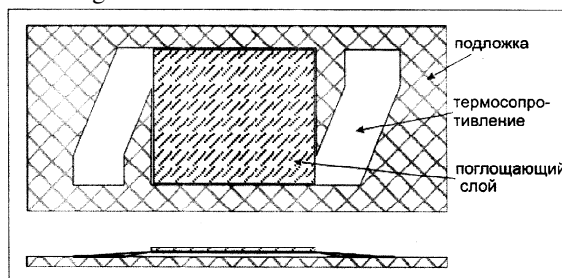
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention is related to the field of nanomaterials application. It is suggested to use carbon of bulbous structure as sensitive element of detector in terahertz range of waves that absorbs electromagnet radiation (EMR) in the range of frequencies of 30 - 230 THz.

EFFECT: improved performance characteristics.

3 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 6 3 9 9 7 C 1

RU 2 3 6 3 9 9 7 C 1

Изобретение относится к области получения наноматериалов, которые могут быть использованы в качестве материала, поглощающего электромагнитное излучение (ЭМИ) в диапазоне 30 - 230 ТГц, в качестве чувствительного элемента различных датчиков, регистрирующих ЭМИ в терагерцовом диапазоне волн, а так же как материал, экранирующий от ЭМИ в этом диапазоне.

Аналогом данного материала является углерод луковичной структуры (УЛС) в диапазоне волн 500 МГц - 30 ТГц (US 2006241236, A1, G01S7/00, 26.10/1006) и природный минерал шунгит (US 7239261, H05K9/00, 17.02.2005), содержащий в качестве одного из компонентов фуллереноподобные полусферы размером от 15 до 100 А

Шунгиты как материалы природного происхождения имеют неконтролируемый размер частиц и морфологию графеновых образований. Кроме того, они содержат большое количество минеральных компонентов, что обуславливает существенное изменение количественных и структурных характеристик от месторождения к месторождению, и, в конечном счете, также влияет на чувствительность конечного изделия, получаемого из них.

Ранее было описано получение углерода луковичной структуры (УЛС) и его использование в качестве материала, ослабляющего электромагнитное излучение в диапазоне частот 500 МГц - 30 ТГц. Углерод луковичной структуры (УЛС) получают отжигом ультрадисперсных алмазов при температуре 1100-2000°C в вакууме при давлении не выше  $10^{-2}$  Па или в инертной атмосфере. (RU 2094370, C01B 31/00, 27.10.97; Kuznetsov V.L., Chuvilin A.L., Butenko Yu.V. et. al // Chem. Phys. Lett. 1994. V.222. P.343; Kuznetsov V.L., Butenko Yu.V. // Ultrananocrystalline Diamond: Synthesis, Properties and Applications/ Ed. By O. Shenderova, D.Gruen. William Andrew Publishing, 2006. P.405).

Авторами установлено, что описанный выше углерод луковичной структуры (УЛС) способен поглощать электромагнитное излучение (ЭМИ) в диапазоне частот 30-230 ТГц, имеет низкую отражательную способность и способен практически полностью ослаблять ЭМИ в этой области.

Эти впервые обнаруженные свойства известного ранее материала (RU 2094370, C01B 31/00, 27.10.97) делают возможным его применение в качестве чувствительного элемента детектора в терагерцовом диапазоне волн, поглощающего электромагнитное излучение (ЭМИ) в области частот в диапазоне 30-230 ТГц.

Сущность изобретения заключается в том, что углерод луковичной структуры (УЛС) применяют как чувствительный элемент детектора в терагерцовом диапазоне волн.

Высокие поглощающие свойства и малый коэффициент отражения предлагаемого материала делают его одним из возможных материалов чувствительного материала детектора терагерцового излучения - болометра, а также дают предпосылки использования данного материала для экранирования от ЭМИ в терагерцовом диапазоне волн.

Получение УЛС осуществляют путем термического отжига взрывных наноалмазов (НА) в вакууме (RU 2094370, C01B 31/00, 27.10.97).

Поскольку исходные наноалмазы производят в количестве нескольких тонн в год, этот способ позволяет получать УЛС в крупных масштабах. В Институте катализа СО РАН был исследован механизм формирования углерода луковичной структуры (УЛС), разработаны методы получения различных видов УЛС, а также  $sp^2/sp^3$  композитов и исследованы свойства этих материалов.

С помощью просвечивающей электронной микроскопии установлено, что

графитизация наноалмазов начинается при температурах прогрева выше 1200 К. Образец НА, прогретый при 1170 К, представляет собой частицы алмаза со средним размером первичных частиц 4.2 нм. Расстояние между кристаллографическими плоскостями составляет 2.06 А, что соответствует расстоянию между

плоскостями (111) алмаза. Отжиг при температуре 1800 К и выше приводит к полному превращению частиц наноалмазов (НА) в УЛС. Получаемые таким способом частицы УЛС представляют собой квазисферические многослойные графитоподобные частицы, образованные свернутыми высокодефектными графеновыми листами.

Исследование проводимости УЛС и композитов НА-УЛС показали, что для них характерно наличие прыжковой проводимости. Благодаря особенности строения этих систем пространственная размерность движения носителей заряда в них может изменяться от одномерной до двумерной. Фиг.3 обобщает данные по исследованию проводящих свойств УЛС (также с использованием данных по магниторезистивности). Можно видеть иерархическую схему организации материала на основе УЛС: первичные частицы УЛС размером 4-6 нм (в зависимости от размеров исходных наноалмазов (НА)) образуют агрегаты с размером 10-1000 нм, которые в свою очередь формируют макроскопические частицы образца. Так, элементарной частицей является первичная частица НА; агрегаты образованы первичными частицами УЛС, образованными в результате отжига первичных частиц наноалмазов (НА) с когерентными и некогерентными границами; агрегаты связаны между собой ван-дер-ваальсовыми силами и силами электростатического взаимодействия. Отдельные первичные частицы УЛС в пределах одного агрегата могут иметь общие искривленные графеновые оболочки или связываться между собой С-С связями. Число носителей тока  $n$  может изменяться в зависимости от условий приготовления образца в достаточно широких пределах: от  $8 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-3}$  (для образца, полученного при температуре 1800 К) до  $3 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-3}$  (для образца полученного, при температуре 2140 К). Длина свободного пробега электронов соответствует расстоянию между дефектами графенового слоя, область локализации носителей тока определяется размерами агрегата УЛС.

Сущность изобретения иллюстрируется следующими примерами и иллюстрациями.

Фиг.1 - устройство (болومتر) для регистрации ЭМИ в терагерцовом диапазоне. К подложке прикреплен проводник, изменяющий сопротивление при изменении температуры. На проводник нанесен чувствительный слой, представляющий собой непроводящую суспензию УЛС в полимерной матрице с высокой теплопроводностью. Концентрация УЛС в матрице должна быть ниже порога перколяции, т. к. иначе УЛС будет шунтировать проводник и вносить погрешность в измерения.

Фиг.2 - другое возможное устройство болметра. Здесь УЛС сразу преобразует поглощенную энергию в электрический отклик детектора. Представляет собой подложку с нанесенными проводниками. На проводники нанесена суспензия УЛС в полимерной матрице с концентрацией частиц УЛС выше порога перколяции. Удельное сопротивление УЛС сильно зависит от температуры, поэтому этот вариант не требует дополнительного преобразования тепловой энергии в электрическую.

Фиг.3 - спектры пропускания в диапазоне 30-230 ТГц для образцов УЛС (DN1800) и НА в матрице из КВг (толщина 0.25 мм, в скобках указано весовое содержание).

Пример 1.

Поглощение ИК-излучения в диапазоне 30-250 ТГц было исследовано для образцов НА и УЛС, распределенных в матрице из КВг.

На Фиг.3 приведены сравнительные спектры пропускания образцов УЛС и НА с

содержанием 0.02-2 мас. %.

Можно видеть, что несмотря на сходный состав поверхностных групп, поглощение ИК-излучения частицами УЛС происходит в существенно большей степени по сравнению с НА аналогичной и даже более высокой концентрации.

5 По всей видимости поглощение падающего ЭМ-излучения происходит не только за счет его взаимодействия с поверхностными группами углеродного образца, но и вследствие диссипации энергии во внутренней структуре, например, за счет активации прыжковой проводимости в агрегатах УЛС.

10 На Фиг.1-2 изображены устройства (болометры) для регистрации электромагнитного излучения (ЭМИ) в терагерцовом диапазоне с применением описанного выше углерода луковичной структуры.

#### Формула изобретения

15 Применение углерода луковичной структуры в качестве чувствительного элемента детектора в терагерцовом диапазоне волн, поглощающего электромагнитное излучение (ЭМИ) в диапазоне частот 30-230 ТГц.

20

25

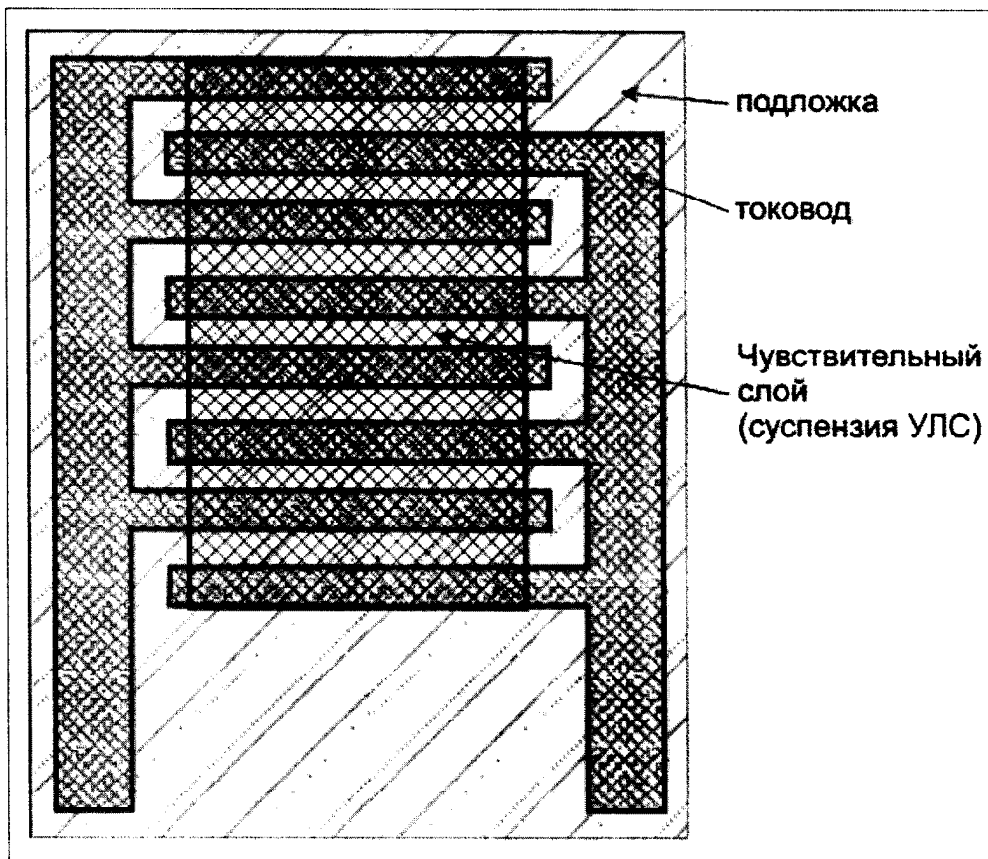
30

35

40

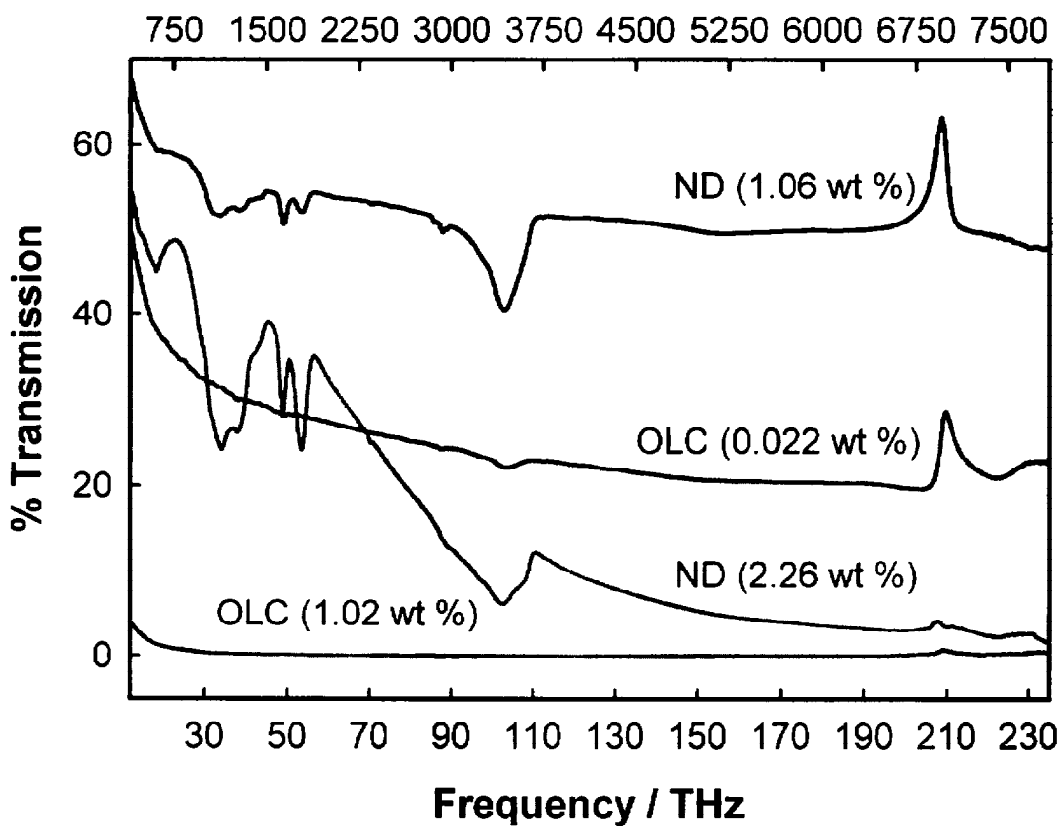
45

50



Фиг. 2

Wavenumber /  $\text{cm}^{-1}$



Фиг 3