

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **11795**

(13) **U**

(46) **2018.10.30**

(51) МПК

**H 01Q 17/00** (2006.01)

(54)

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЭКРАН С ГИРОТРОПНЫМИ  
СВОЙСТВАМИ**

(21) Номер заявки: u 20180036

(22) 2018.02.08

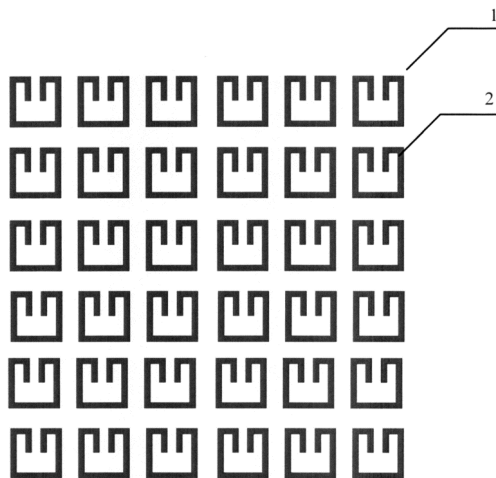
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный уни-  
верситет информатики и радио-  
электроники" (ВУ)

(72) Авторы: Лыньков Леонид Михайло-  
вич; Бойправ Ольга Владимировна;  
Богуш Наталья Валерьевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
университет информатики и радио-  
электроники" (ВУ)

(57)

Электромагнитный экран с гиротропными свойствами, состоящий из диэлектрического слоя, изготовленного из гибкого полимерного материала, и полосковых киральных элементов, отличающийся тем, что полосковые киральные элементы изготовлены из самоклеящейся алюминиевой фольги и нанесены на обе поверхности диэлектрического слоя таким образом, что полосковые киральные элементы, нанесенные на одну из поверхностей, повернуты на  $180^\circ$  относительно элементов, нанесенных на другую поверхность, и каждый из полосковых киральных элементов представляет собой разомкнутый квадрат, одна из сторон которого имеет разрыв и пересекается под углом  $90^\circ$  в граничных точках этого разрыва двумя параллельными линиями, длина которых в 2 раза меньше длины стороны квадрата.



Фиг. 1

**ВУ 11795 U 2018.10.30**

(56)

1. Патент RU 157020U1, МПК Н 01Q 17/00, 2015.

2. Патент RU 2497245, МПК Н 01Q 17/00, 2013.

3. Патент RU 2236731, 2004.

---

Полезная модель относится к устройствам для поглощения излучаемых антенной волн и может быть использована для снижения заметности наземных объектов в радиолокационном диапазоне длин электромагнитных волн (ЭМВ).

Известен электромагнитный экран [1], состоящий из каркаса, на который поочередно нанесены изолирующий (непроводящий) слой, слой из лент аморфного металлического сплава, перехлестывающихся на 30 % по ширине, а также фиксирующий материал с высокой степенью адгезии, который обеспечивает электрический контакт между лентами аморфного сплава. Недостаток известного электромагнитного экрана заключается в высоком значении его коэффициента отражения электромагнитного излучения (ЭМИ), обусловленном высоким значением удельной электропроводности металлического материала, использованного для изготовления лент, предназначенных для нанесения на каркас.

Известно малоотражающее покрытие [2], первый и второй слои которого (относительно направления распространения ЭМВ) представляют собой две решетки, выполненные путем закрепления в диэлектрических связующих материалах резонансных металлических элементов в виде разомкнутых плоских колец и повернутые на 90° в горизонтальной плоскости относительно друг друга, третий слой - поглощающий материал. Недостатком известного малоотражающего покрытия является отсутствие свойства гибкости, что ограничивает его применение в целях снижения заметности в радиолокационном диапазоне длин ЭМВ объектов, характеризующихся сложной конфигурацией поверхности.

Наиболее близкой к предлагаемой полезной модели является селективное покрытие для защиты от ЭМИ [3], включающее в себя диэлектрический слой, покрытый с обеих сторон клеящими слоями, поверх которых нанесены полосковые металлические киральные элементы, форма которых эквивалентна форме буквы S. Минимальное значение коэффициента отражения ЭМИ данного покрытия обеспечивается на частоте  $f$ , относительно значения которой выполняется следующее условие:  $\frac{d \cdot f}{c} \approx 0,62$ , где  $d$  - расстояние между

соседними полосковыми металлическими киральными элементами,  $c$  - скорость света в вакууме. Недостатком рассматриваемого покрытия являются узкий рабочий диапазон частот, а также отсутствие свойства гибкости.

Задачей данной полезной модели является расширение рабочего диапазона частот и обеспечение свойства гибкости электромагнитного экрана с гиротропными свойствами.

Указанная задача решается тем, что электромагнитный экран с гиротропными свойствами включает в себя диэлектрический слой, на обе поверхности которого нанесены полосковые киральные элементы таким образом, что полосковые киральные элементы, нанесенные на одну из поверхностей, повернуты на 180° относительно элементов, нанесенных на другую поверхность. Диэлектрический слой изготовлен из гибкого полимерного материала, полосковые киральные элементы - из самоклеящейся алюминиевой фольги. Каждый из полосковых киральных элементов представляет собой разомкнутый квадрат, одна из сторон которого имеет разрыв и пересекается под углом 90° в граничных точках этого разрыва двумя параллельными линиями, длина которых в 2 раза меньше длины стороны квадрата.

На фиг. 1 представлен внешний вид полосковых киральных элементов, нанесенных на диэлектрический слой, на фиг. 2 - внешний вид электромагнитного экрана с гиротропными свойствами.

# BY 11795 U 2018.10.30

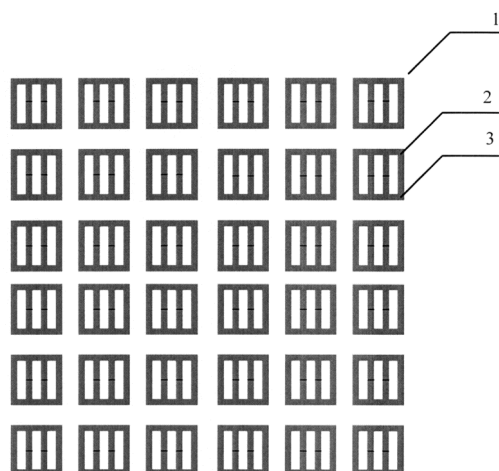
Электромагнитный экран с гиротропными свойствами (фиг. 1, 2) состоит из диэлектрического слоя 1 и полосковых киральных элементов 2, 3.

Гиротропность свойств предлагаемого электромагнитного экрана обеспечивается в диапазоне частот 0,7...17 ГГц. Это обусловлено тем, что размеры частей полосковых киральных элементов предлагаемого электромагнитного экрана, а также расстояние между этими элементами и их частями сопоставимы с длиной ЭМВ в указанном диапазоне частот.

Минимальное значение коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц электромагнитного экрана с гиротропными свойствами составляет минус 15 дБ и соответствует частотам, длина ЭМВ на которых эквивалента геометрическим размерам частей полосковых киральных элементов либо расстоянию между этими элементами или их частями. Количество резонансных частот в диапазоне 0,7...17 ГГц (частот, на которых регистрируется минимальное значение коэффициента отражения ЭМИ) предлагаемого электромагнитного экрана с гиротропными свойствами - 20, что свидетельствует о его широкополосности по сравнению с аналогом. Предлагаемый электромагнитный экран с гиротропными свойствами характеризуется большим количеством резонансных частот по сравнению с аналогом ввиду того, что его полосковые киральные элементы характеризуются другой конфигурацией и состоят из большего количества частей.

Свойство гибкости предлагаемого электромагнитного экрана с гиротропными свойствами обусловлено гибкостью использованных для его изготовления материалов (полимерного материала и самоклеящейся алюминиевой фольги).

Принцип действия электромагнитного экрана с гиротропными свойствами основан на механизмах взаимодействия линейно-поляризованных ЭМВ с решеткой, представляющей собой совокупность полосковых киральных элементов. Полосковые киральные элементы характеризуются как частотно-, так и поляризационно-селективными свойствами. Так как полосковые киральные элементы, нанесенные на одну из поверхностей диэлектрического слоя, повернуты на  $180^\circ$  относительно элементов, нанесенных на другую поверхность этого слоя, то направления векторов поляризации ЭМВ, отражаемых от первых и вторых, различаются (при условии, что длина ЭМВ эквивалента геометрическим размерам частей полосковых киральных элементов либо расстоянию между этими элементами или их частями). Это обуславливает возникновение резонансных частот.



Фиг. 2