



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01Q 1/48 (2018.08); H01Q 15/0066 (2018.08); H01Q 3/247 (2018.08); H01Q 9/0442 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2015104006, 06.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2015

Дата регистрации:
29.11.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
15.04.2014 US 14/253,218

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2016 Бюл. № 24

(45) Опубликовано: 29.11.2018 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
190000, Санкт-Петербург, ВОХ 1125,
"ПАТЕНТИКА"

(72) Автор(ы):

МЭНРИ МЛ. Чарльз В. (US),
БЛЭК Эрик Дж. (US)

(73) Патентообладатель(и):

Зе Боинг Компани (US)

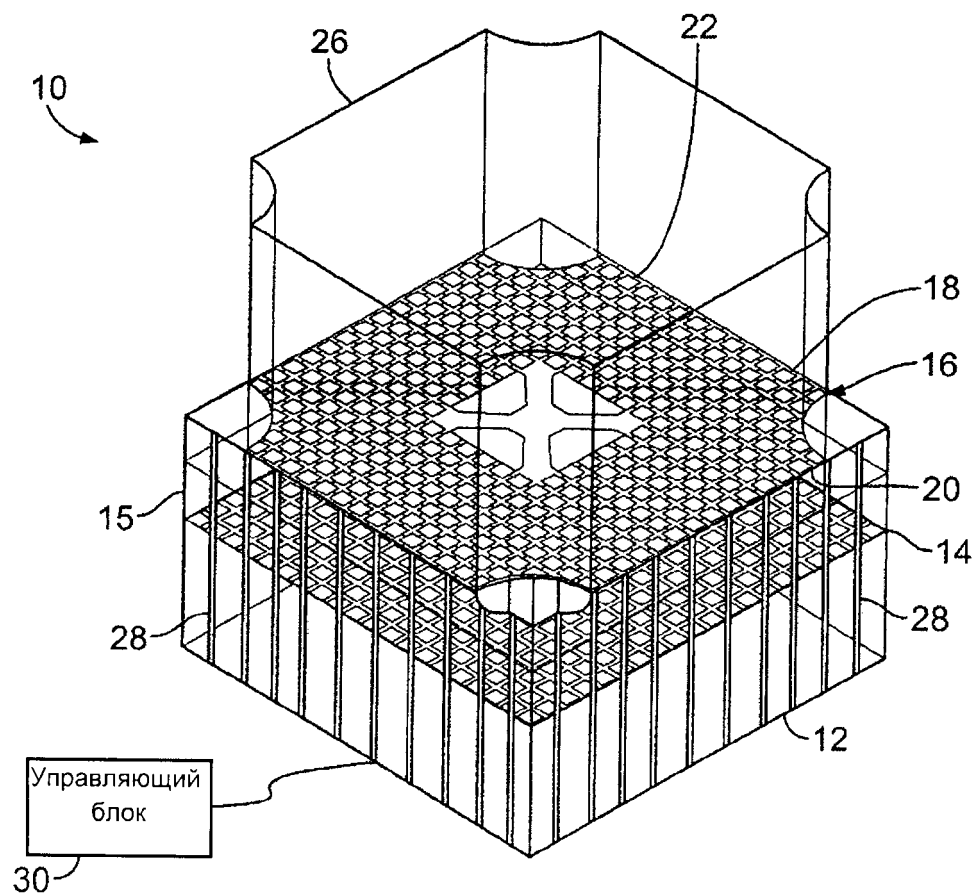
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2003007427 A1, 23.01.2003. US
6538603 B1, 25.03.2003. US 6320547 B1,
20.11.2001. RU 2265264 C2, 27.11.2005. US
6396449 B1, 28.05.2002.

(54) НАСТРАИВАЕМЫЙ АНТЕННЫЙ БЛОК

(57) Реферат:

Изобретение относится к антенной технике. Технический результат – возможность поддержки антенными блоками множества системных функций. Для этого антенный блок может содержать первую плоскость заземления, вторую плоскость заземления, выполненную с возможностью переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления, и первый и второй антенные слои. Каждый из первого и второго антенных слоев может

содержать множество ячеек, соединенных посредством множества коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). Коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью их выборочного переключения между фазами для обеспечения множества диаграмм направленности антенн в первом и втором антенных слоях. 10 з.п. ф-лы, 12 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H01Q 1/48 (2018.08); H01Q 15/0066 (2018.08); H01Q 3/247 (2018.08); H01Q 9/0442 (2018.08)(21)(22) Application: **2015104006, 06.02.2015**(24) Effective date for property rights:
06.02.2015Registration date:
29.11.2018

Priority:

(30) Convention priority:
15.04.2014 US 14/253,218(43) Application published: **27.08.2016** Bull. № **24**(45) Date of publication: **29.11.2018** Bull. № **34**

Mail address:

**190000, Sankt-Peterburg, VOKH 1125,
"PATENTIKA"**

(72) Inventor(s):

**MENRI ML. Charlz V. (US),
BLEK Erik Dzh. (US)**

(73) Proprietor(s):

Ze Boing Kompani (US)(54) **CONFIGURABLE ANTENNA ASSEMBLY**

(57) Abstract:

FIELD: antenna equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the antenna equipment. Antenna assembly may comprise a first ground plane, a second ground plane configured to be switched between grounding and non-grounding states, and first and second antenna layers. Each of the first and second antenna layers may comprise a plurality of pixels interconnected by a plurality of phase change

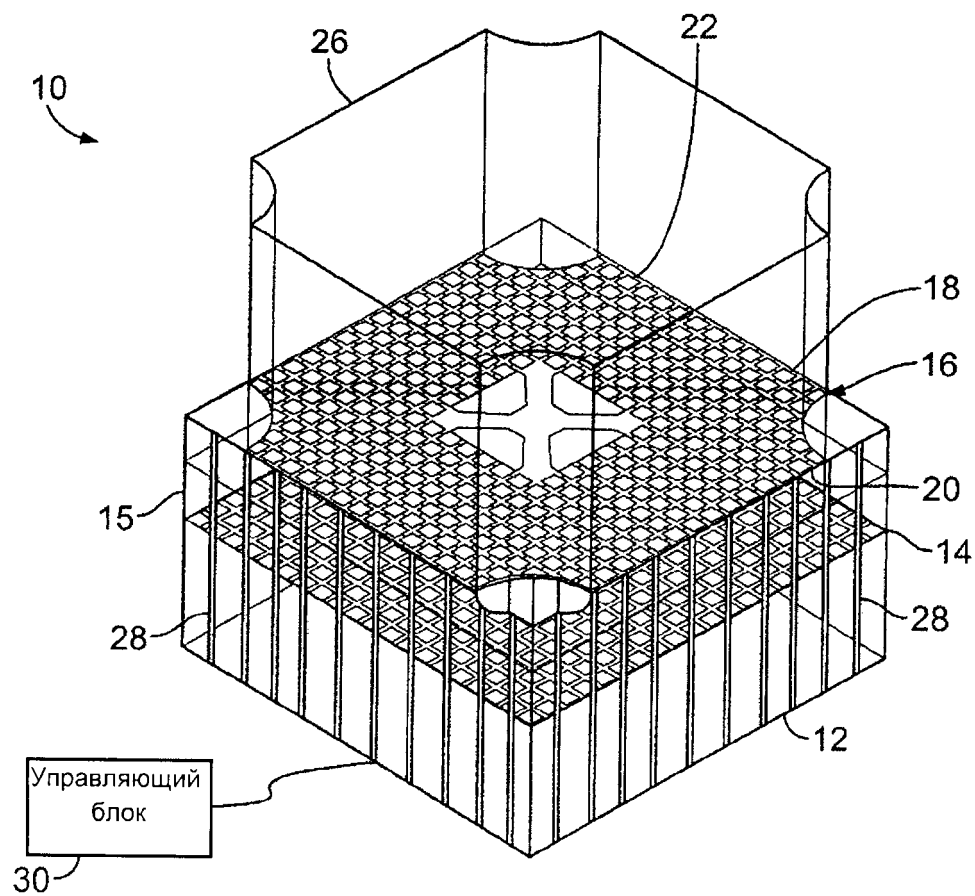
material (PCM) switches. Said PCM switches are configured to be selectively switched between phases to provide a plurality of antenna patterns in the first and second antenna layers.

EFFECT: ability to support many system functions with the antenna assemblies.

11 cl, 12 dwg

R U
2 6 7 3 6 8 9
C 2

C 2
2 6 7 3 6 8 9
R U



ФИГ. 1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Варианты реализации настоящего изобретения в целом относятся к антенным блокам, а еще конкретнее к настраиваемым антенным блокам с фазированной решеткой, которые можно переключать между множеством индивидуальных особенностей антенн.

5 Микроволновые антенны могут быть использованы в различных применениях, таких как прием данных со спутника, удаленное зондирование, военная связь и т.п. Антенны на монтажных платах в целом обеспечивают недорогие, легкие, низкопрофильные конструкции, которые относительно легко изготавливать при массовом производстве. Эти антенны могут быть выполнены в виде антенных решеток и использованы для
10 радиочастотных систем, таких как системы идентификации типа «свой-чужой» (IFF), радар, системы радиоэлектронной борьбы, системы радиотехнической разведки, системы связи в пределах прямой видимости, спутниковые системы связи и т.п.

Один известный антенный блок обеспечивает статический антенный блок, который не может осуществлять сканирование за пределами 45° от нормали к лицевой стороне
15 антенны с одновременным поддержанием соотношения сверхшироких полос пропускания, составляющего 6:1 или более. Кроме того, спиралевидные антенны обычно являются слишком большими для многих практических применений и не могут обеспечивать поляризационного разнесения. Другой известный антенный блок обеспечивает соотношение ширины полос пропускания, составляющее 9:1, однако в
20 целом показывает нежелательно большой коэффициент стоячей волны по напряжению (VSWR) при сканировании за пределами 50° от нормали к лицевой стороне антенны. Кроме того, соединенные решетки поверх плоскости заземления имеют схожие пределы по сканированию и коэффициенту стоячей волны по напряжению (VSWR). Кроме того, сегментированные антенные решетки обычно содержат небольшие особенности,
25 которые могут и не быть приведены в соответствие с высокими радиочастотами, а также могут также быть ограничены небольшими объемами пространства сканирования и могут быть неэффективными.

В целом, статические конструкции могут быть выполнены с возможностью поддержки одной системной функции, однако обычно не могут быть использованы для множества
30 функций. Антенны с узкой полосой пропускания обычно выполнены с возможностью поддержания только одной конкретной радиочастотной (RF) системы и не могут быть взаимно заменены без больших трудностей для поддержания другой системы и частот. Известные статические антенные широкополосные конструкции и блоки обычно не обеспечивают компактную конструкцию, имеющую мгновенную ширину полосы
35 пропускания по меньшей мере в 6:1, широкое поле обзора или возможность сканирования вплоть до 60° или более от нормали к лицевой стороне антенны, а также произвольное регулирование тока, которое обеспечивает избирательную ширину полосы пропускания и возможность поляризационного разнесения.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

40 Конкретные варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенный блок с фазированной решеткой из элементарных ячеек, который может содержать первую плоскость заземления, вторую плоскость заземления, выполненную с возможностью переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления, и антенную решетку, которая может содержать первый и второй антенные
45 слои. Каждый из первого и второго антенных слоев может содержать множество ячеек (или схожих элементов), соединенных посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). Первые коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM)

выполнены с возможностью выборочного переключения между фазами для обеспечения множества диаграмм направленности антенн в первом и втором антенных слоях. Первые коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью выборочного переключения для обеспечения

5 множества индивидуальных особенностей антенн.

Вторая плоскость заземления может содержать множество пластин, соединенных посредством множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). Вторые коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выборочно активированы и деактивированы

10 для переключения второй плоскости заземления между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления.

Антенный блок может также содержать множество управляющих линий, которые соединяют первую плоскость заземления со второй плоскостью заземления и первым и вторым антенными слоями. Например, первые коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) могут соединяться с множеством

15 управляющих линий.

Антенный блок может также содержать подающую стойку, скрепленную с первой плоскостью заземления. Вторая плоскость заземления может скрепляться с частью подающей стойки. Подающая стойка может содержать один или более проводников,

20 которые соединены с первым и вторым антенными слоями.

Антенный блок может также содержать первую управляющую сетку, соединенную с первым антенным слоем, вторую управляющую сетку, соединенную со вторым антенным слоем. Каждая из первой и второй управляющих сеток может содержать первую совокупность дорожек, которые пересекаются со второй совокупностью

25 дорожек во множестве мест пересечения, которые функционально соединены с соответствующим одним из первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). В каждое из мест пересечения может подаваться напряжение для переключения между фазами каждого из первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

30 Первая и вторая управляющие сетки могут быть выполнены частотно-избирательными. Каждая из первой и второй управляющих сеток может также содержать один или более элементов индуктивности, вставленных в субволновых интервалах.

Каждый из первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) может быть сформирован из германия-теллура (GeTe), имеющего

35 первую и вторую фазы. Одна из первой и второй фаз представляет собой электропроводящую фазу, а другая фаза из первой и второй фаз представляет собой непроводящую фазу.

Конкретные варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенный блок, который может содержать антенную решетку, содержащую по меньшей мере

40 один антенный слой. Антенный слой или антенные слои соответственно может или могут содержать множество ячеек, соединенных посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

Первые коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью выборочного переключения между фазами для

45 обеспечения множества диаграмм направленности антенн в антенной решетке для обеспечения множества индивидуальных особенностей антенн. По меньшей мере в одном варианте реализации по меньшей мере один антенный слой содержит по меньшей мере два антенных слоя. Антенный блок может также содержать одну или более

переключаемых плоскостей заземления, которые могут быть переключены между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг. 1 показан перспективный вид сверху настраиваемого антенного блока согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 2 показан перспективный частичный вид сверху переключаемой плоскости заземления, соединенной с подающей стойкой, согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 3 показан перспективный вид сверху пластин переключаемой плоскости заземления, соединенных коммутирующими элементами, согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 4 показан вид сбоку антенного блока согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 5 показан перспективный вид сверху подающей стойки, скрепленной с плоскостью заземления, согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 6 показан вид сверху антенного слоя согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 7 показан вид сверху диаграммы направленности антенны антенного слоя согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 8 показан вид сверху диаграммы направленности антенны антенного слоя согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 9 показан вид сверху диаграммы направленности антенны антенного слоя согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 10 показан вид сверху управляющей сетки согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 11 показан перспективный вид сверху антенного блока согласно варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 12 показан перспективный вид сверху подающей стойки согласно варианту реализации настоящего изобретения.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Приведенный выше раздел «Раскрытие изобретения», а также приведенное далее подробное описание конкретных вариантов реализации, будет лучше понятно при прочтении в сочетании с приложенными чертежами. Как использовано в настоящей заявке, элемент или этап, изложенный в единственном числе, не следует понимать в качестве исключающего соответственно множество элементов или этапов, если такое исключение не указано в явном виде. Кроме того, ссылки на «один вариант реализации» не следует интерпретировать как исключающие существование дополнительных вариантов реализации, которые также включают перечисленные признаки. Кроме того, если явно не указано иное, варианты реализации, «содержащие» или «имеющие» элемент, имеющий конкретное свойство, или множество элементов, имеющих конкретное свойство, могут содержать дополнительные элементы, не имеющие этого свойства.

На фиг. 1 показан перспективный вид сверху настраиваемого антенного блока 10, согласно варианту реализации настоящего изобретения. Антенный блок 10 может представлять собой одиночный элемент или элементарную ячейку в фазированной решетке из множества ячеек. Антенный блок 10 может содержать первую или основную плоскость 12 заземления, которая поддерживает подающую стойку (частично скрыта на виде по фиг. 1). Вторая или переключаемая плоскость 14 заземления может быть скреплена с подающей стойкой и/или закреплена вокруг нее над плоскостью 12

заземления. Как показано, по меньшей мере части плоскости 12 заземления и переключаемой плоскости 14 заземления могут находиться в ограничивающем объеме 15, который может быть сформирован из пеноматериала, диэлектрического материала и/или воздуха.

5 Антенная решетка 16 функционально соединена с подающей стойкой над переключаемой плоскостью 14 заземления. Антенная решетка 16 может содержать первый и второй антенные слои 18 и 20, разделенные, например, монтажной платой. В альтернативном варианте антенная решетка 16 может содержать более двух антенных слоев. Кроме того, в альтернативном варианте антенная решетка 16 может содержать
10 только один антенный слой. Каждый антенный слой 18 и 20 может содержать множество антенных ячеек 22, соединенных с другими антенными ячейками 22 посредством коммутирующих элементов, которые могут быть сформированы из материала с изменяемым фазовым состоянием, как описано далее.

Согласующий слой 26 может быть расположен поверх антенной решетки 16.
15 Согласующий слой 26 выполнен с возможностью согласования антенной решетки 16 со свободным пространством или воздухом. Согласующий слой 26 может представлять собой, например, обтекатель или может содержать такой обтекатель, причем этот обтекатель может быть сформирован из диэлектрического материала. Обтекатель обеспечивает конструктивный, устойчивый к атмосферным воздействиям кожух,
20 который защищает антенную решетку 16 и который может быть сформирован из материала, который минимальным образом ослабляет электромагнитный сигнал, передаваемый или принимаемый антенной решеткой 16. Как показано, согласующий слой 26 может быть сформирован в виде блока, который может содержать высверленные цилиндрические или полуцилиндрические отверстия для формирования изогнутых по
25 направлению внутрь углов, которые выполнены с возможностью управления нежелательными поверхностными волнами. Однако согласующий слой 26 может иметь другие формы и размеры, такие как пирамида, сфера или т.п. Кроме того, согласующий слой может быть сформирован из множества материалов. По меньшей мере в одном варианте реализации согласующий слой 26 может и не содержать изогнутые по
30 направлению внутрь углы. Высверленные отверстия могут быть сформированы с использованием других форм и размеров, таких как прямоугольная форма, треугольная форма, сферическая форма или т.п. Высверленные отверстия могут быть расположены в местах, отличных от местоположений углов, и могут быть сформированы посредством множества отверстий и форм. В альтернативном варианте антенный блок 10 может и
35 не содержать согласующий слой 26.

Как показано, множество управляющих линий 28 проходят по направлению вверх от плоскости 12 заземления, вокруг внешней границы переключаемой плоскости 14 заземления и вокруг внешней границы антенной решетки 16. Управляющие линии 28 могут формировать сетку вокруг антенного блока 10. Управляющие линии 28
40 представлять собой проводящие металлические дорожки, которые обеспечивают возможность прохождения через них электрических сигналов. Управляющие линии 28 выполнены с возможностью передачи сигналов, которые переключают различные коммутирующие элементы в антенном блоке между включенным положением и
выключенным положением (например между проводящим состоянием и непроводящим
45 состоянием коммутирующего элемента из материала с изменяемым фазовым состоянием) для переключения антенного блока 10 между различными диаграммами направленности антенн.

Различные диаграммы направленности антенн могут обеспечивать различные

индивидуальные особенности антенн. Каждая индивидуальная особенность антенны может быть задана как уникальное сочетание частоты, ширины полосы пропускания, поляризации, уровня мощности, угла сканирования, геометрических размеров, характеристик луча (ширина, частота сканирования и т.п.) и т.п.

5 Антенный блок 10 может быть функционально соединен с управляющим блоком 30. Например, управляющий блок 30 может быть электрически соединен с управляющими линиями 28. Управляющий блок 30 выполнен с возможностью управления, например, переключением между множеством диаграмм направленности антенн. Управляющий блок 30 может представлять собой одно или более вычислительных устройств или в
10 противном случае может содержать одно или более вычислительных устройств, таких как стандартные компьютерные аппаратные средства (например, процессоры, платы, память и т.п.). Управляющий блок 30 может быть функционально соединен с антенным блоком 10, например посредством кабеля или беспроводного соединения. При необходимости, управляющий блок 30 может представлять собой компонент антенного
15 блока 10, выполненный с ним за одно целое. В альтернативном варианте антенный блок 10 может и не содержать отдельный и отличный управляющий блок.

Управляющий блок 30 может содержать любые подходящие машиночитаемые носители данных, используемые для хранения данных. Например, управляющий блок 30 может содержать машиночитаемые носители данных. Машиночитаемые носители
20 данных выполнены с возможностью хранения информации, которая может быть интерпретирована управляющим блоком 30. Информация может представлять собой данные или может принимать форму выполняемых компьютером инструкций, таких как программные приложения, которые вызывают выполнение микропроцессором или другим таким управляющим блоком в управляющем блоке 30 конкретных функций и/
25 или реализуемых на компьютере способов. Машиночитаемые носители данных могут содержать компьютерный носитель данных и среду связи. Компьютерный носитель данных может содержать энергозависимый или энергонезависимый носитель данных, съемный или несъемный носитель данных, реализуемый в любом способе или технологии для хранения информации, такой как машиночитаемые инструкции, структуры данных,
30 программные модули или другие данные. Компьютерный носитель данных может содержать, без ограничения, оперативное запоминающее устройство (RAM), постоянное запоминающее устройство (ROM), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EPROM), электрически-стираемое программируемое
35 постоянное запоминающее устройство (EEPROM), флэш-память или другую технологию твердотельной памяти, постоянное запоминающее устройство на компакт диске (CD-ROM), цифровой видеодиск (DVD) или другое оптическое запоминающее устройство, магнитные кассеты, магнитная лента, запоминающее устройство на магнитном диске или другие магнитные запоминающие устройства, или любой другой носитель данных, который может быть использован для хранения необходимой информации и который
40 может быть доступен компонентам управляющего блока 30.

На фиг. 2 показан перспективный частичный вид сверху переключаемой плоскости 14 заземления, соединенной с подающей стойкой 32, согласно варианту реализации настоящего изобретения. Подающая стойка 32 содержит центральный колоннообразный элемент 33, который отходит по направлению вверх от основания 34, которое может
45 быть поддержано поверх плоскости 12 заземления (как показано на фиг. 1). Центральное отверстие может быть сформировано через переключаемую плоскость 14 заземления таким образом, что эта переключаемая плоскость 14 заземления может быть закреплена вокруг центрального колоннообразного элемента 33 над основанием 34. Переключаемая

плоскость 14 заземления может содержать множество соединенных металлических пластин 36.

На фиг. 3 показан перспективный вид сверху пластин 36 переключаемой плоскости 14 заземления, соединенных коммутирующими элементами 38, согласно варианту реализации настоящего изобретения. Каждая пластина 36 может быть сформирована в виде прямоугольника, имеющего параллельные концы 39 и параллельные стороны 40. В альтернативном варианте пластины 36 могут быть сформированы в виде различных других форм и контуров.

Как показано, конец 39 каждой пластины 36 соединен с концом 39 соседней пластины 36 посредством коммутирующего элемента 38. Схожим образом, сторона 40 каждой пластины 36 соединена со стороной 40 соседней пластины 36 посредством коммутирующего элемента 38. Кроме того, коммутирующие элементы 38 выступают от внешних концов 39 и внешних сторон 40 пластин 36 на периферии или внешней границе элементарной ячейки коммутируемой пластины 14 заземления. Коммутирующие элементы 38 на периферии коммутируемой пластины 14 заземления могут соединяться с соответствующими управляющими линиями 28 (показаны на фиг. 1).

Каждый коммутирующий элемент 38 может быть сформирован из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), такого как германий-теллур (GeTe). Материал с изменяемым фазовым состоянием (PCM) расплавляется и затвердевает при различных температурах. Тепло поглощается или выделяется, когда состояние материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) изменяется от твердого к жидкому и наоборот. Коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) не требуют наличия статического сдвига для работы. Вместо этого энергия питания обязательно должна быть подана во время переключения для переключения коммутирующего элемента из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) между фазами. Одна из фаз может представлять собой электропроводящую фазу, а другое состояние может представлять собой непроводящее состояние. Обычно коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) имеют два стабильных состояния, которые отличаются электропроводимостью на несколько порядков величины. Переключение может быть реализовано путем управляемого нагрева и охлаждения коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

Согласно фиг. 1-3, управляющие линии 28 могут быть приведены в действие для включения коммутирующих элементов 38 (например в активное или проводящее состояние) и их выключения (например в деактивированное или непроводящее состояние). Когда коммутирующие элементы 38 выключены, переключаемая плоскость 14 заземления может находиться в состоянии отсутствия заземления. Однако, когда коммутирующие элементы 38 включены, например посредством сигналов, передаваемых управляющей линией 28, переключаемая плоскость 14 заземления может быть переключена в состояние заземления, которое находится выше пластины 12 заземления. Другими словами, путем переключения коммутирующих элементов 38 во включенное положение, плоскость заземления может быть электрически перемещена или в противном случае изменена на плоскость переключаемой плоскости 14 заземления.

Переключаемая плоскость 14 заземления может быть выполнена с возможностью настройки антенного блока 10 для улучшения высокочастотной характеристики антенного блока 10. Переключаемая плоскость 14 заземления может быть включена и выключена для выборочного обеспечения приема, например, в узкой и широкой полосах пропускания. Если все из коммутирующих элементов 38 активированы

(например, включены путем, например, изменения фазы, когда энергия питания подается во время операции переключения), переключаемая плоскость 14 заземления выполняет функцию твердого листа металла. Однако, если все из коммутирующих элементов 38 деактивированы, то переключаемая плоскость 14 заземления просто обеспечивает сетку из пластин таким образом, что она находится в состоянии отсутствия заземления и на нее не подаются существенный электрический ток. В альтернативном варианте пластины 36 могут быть созданы с использованием неметаллических, резистивных или тому подобных поверхностных материалов. При необходимости, часть коммутирующих элементов 38 может быть активирована, а остальная часть коммутирующих элементов 38 может быть деактивирована.

На фиг. 4 показан вид сбоку антенного блока 10 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Для целей ясности, управляющие линии 28 не показаны на фиг. 4. Центральный колоннообразный элемент 33 подающей стойки 32 содержит множество коаксиальных кабелей 42, которые могут содержать центральные проводники, окруженные диэлектрическим материалом, который в свою очередь может быть окружен металлическим внешним кожухом, который может формировать коаксиальную линию передачи. Верхние концы 44 центральных проводников 45 проходят по направлению вверх от верхнего кольцевого выступа 46 подающей стойки 32. Центральные проводники 45 соединены с антенной решеткой 16 для выдачи на них радиочастотных (RF) сигналов. Например, центральные проводники 45 могут обеспечивать радиочастотный (RF) канал от коаксиальных кабелей 42 к антенной решетке 16.

Как показано, переключаемая плоскость 14 заземления отделена от плоскости 12 заземления на расстояние A. В силу этого, когда переключаемая плоскость 14 заземления активирована, например путем изменения фазы коммутирующих элементов 38, то эффективная плоскость заземления продвинута на расстояние A по отношению к антенной решетке 16.

Как отмечалось выше, антенная решетка 16 может содержать верхний антенный слой 18 и нижний антенный слой 20. Антенные слои 18 и 20 могут быть отделены друг от друга монтажной платой 48, имеющей толщину B. Сами антенные слои 18 и 20 смещены друг от друга на расстояние B. Антенные ячейки 22 каждого антенного слоя 18 и 20 могут быть соединены коммутирующими элементами 50, такими как коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). В альтернативном варианте коммутирующие элементы 50 могут представлять собой другие типы радиочастотных (RF) коммутирующих элементов, таких как микроэлектромеханическая система (MEMS), диод типа «p-i-n» или т.п.

На фиг. 5 показан перспективный вид сверху подающей стойки 32, скрепленной с плоскостью 12 заземления, согласно варианту реализации настоящего изобретения. Верхний конец 44 каждого проводника 45 может соединяться с проводящим переходным элементом 52. Переходный элемент 52 обеспечивает наличие переходного участка от проводников 45 к антенной решетке 16 (не показана на фиг. 5). Как показано, переходные элементы 52 могут быть сформированы в виде плоских треугольников. Однако переходные элементы 52 могут иметь различные другие формы и размеры, такие как прямоугольники, круги и т.п. Кроме того, переходные элементы 52 могут представлять собой одну или более ячеек или могут содержать одну или более ячеек в антенных слоях 18 и 20 (показаны на фиг. 1 и 4).

На фиг. 6 показан вид сверху антенного слоя 60 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Каждый из антенных слоев 18 и 20, показанных на фиг. 1 и

4, может быть сформирован в виде антенного слоя 60. Антенный слой 60 сформирован в виде квадрата с изогнутыми по направлению внутрь углами 62, которые могут совпадать с согласующим слоем 26. Однако антенный слой 60 может быть сформирован с наличием различных других форм и размеров. Например, антенный слой 60 может и
 5 не содержать изогнутые по направлению внутрь углы 62 и не совпадать с особенностями согласующего слоя 26. Кроме того, например, антенный слой 60 может быть сформирован в альтернативном варианте в виде круга, треугольника, трапеции и т.д.

Антенный слой 60 содержит множество ячеек 64, соединенных коммутирующими элементами 66 и схожих с пластинами вышеописанной коммутируемой плоскости 14
 10 заземления. Ячейки 64 могут иметь схожий размер, форму и распределение. В альтернативном варианте ячейки 64 могут иметь неоднородные размер, форму и/или распределение. Коммутирующие элементы 66 могут быть сформированы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), такого как GeTe. Коммутирующие элементы 66' могут быть расположены на внешней границе антенного слоя 60. Коммутирующие
 15 элементы 66' могут проходить за пределы границы элементарной ячейки антенного слоя 60 для обеспечения соединения со смежным антенным блоком из элементарных ячеек. Коммутирующие элементы 66, включая коммутирующие элементы 66', могут быть выборочно активированы (например, переключены в проводящее состояние) и деактивированы (например, переключены в непроводящее состояние) посредством
 20 управляющих сигналов и сигналов питания, принимаемых управляющими линиями 28 и/или центральными проводниками 45 посредством переходных элементов 52.

Коммутирующие элементы 66 могут быть активированы или деактивированы для формирования необходимой диаграммы направленности антенны у антенных ячеек. Например, все из коммутирующих элементов могут быть активированы для
 25 формирования диаграммы направленности антенны для ячеек в виде антенного слоя 60. Конкретные коммутирующие элементы 66 могут быть деактивированы для формирования диаграммы направленности антенны, имеющей различную форму.

На фиг. 7 показан вид сверху диаграммы направленности антенны 68 антенного слоя 60 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Как показано,
 30 внутренние коммутирующие элементы, расположенные вокруг центрального отверстия 70, могут быть активированы для формирования активных областей 69 ячеек, а внешние коммутирующие элементы могут быть деактивированы для формирования деактивированных областей 71 ячеек, что приводит к формированию крестообразной диаграммы 68 направленности антенны. Один или оба из антенных слоев 18 и 20,
 35 показанных на фиг. 1 и 4, могут быть приведены в действие для формирования крестообразной диаграммы 68 направленности.

На фиг. 8 показан вид сверху диаграммы 72 направленности антенны антенного слоя 60 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Внутренние коммутирующие элементы могут быть активированы с обеспечением формирования
 40 активных областей 73 ячеек, а внешние коммутирующие элементы деактивированы с обеспечением формирования деактивированной области 75 ячеек, для формирования прямоугольной диаграммы 72 направленности антенны. Один или оба из антенных слоев 18 и 20, показанных на фиг. 1 и 4, могут быть приведены в действие для формирования прямоугольной диаграммы 68 направленности.

На фиг. 9 показан вид сверху диаграммы 74 направленности антенны антенного слоя 60 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Промежуточные коммутирующие элементы могут быть активированы, а внутренние и внешние коммутирующие элементы деактивированы, для формирования диаграммы 74

направленности антенны, заданной деактивированной прямоугольной центральной частью 77, и активной промежуточной области 76 ячеек, которая может быть соединена с подающей стойкой посредством активной линии ячеек (не показаны на фиг. 9). Один или оба из антенных слоев 18 и 20, показанных на фиг. 1 и 4, могут быть приведены в действие для формирования прямоугольной диаграммы 68 направленности.

Согласно фиг. 6-9, коммутирующие элементы 66 могут быть выборочно активированы и деактивированы для формирования различных диаграмм направленности антенн. Следует понимать, что диаграммы направленности антенн, показанные на фиг. 7-9, не являются необходимыми оптимальными антенными конфигурациями или диаграммами направленности. Наоборот, фиг. 7-9 по существу приведены в качестве примеров того, как различные диаграммы направленности антенн могут быть сформированы посредством вариантов реализации настоящего изобретения. Каждый антенный слой 18 и 20, показанный на фиг. 1 и 4, может иметь отдельную и отличную диаграмму направленности антенны или ту же самую диаграмму направленности антенны. При этом диаграммы направленности, показанные на фиг. 7-9, представляют собой по существу примеры. Следует понимать, что различные диаграммы направленности антенн могут быть реализованы путем активации и деактивации конкретных коммутирующих элементов 66 в антенном слое 60. Когда коммутирующие элементы 66 активированы посредством электричества, активированные коммутирующие элементы 66 и соединенные с ними ячейки 64 формируют различные диаграммы направленности антенн. В противоположность вышеописанному, деактивированные коммутирующие элементы 66 и соединенные с ними ячейки 64 в целом не являются частью рабочей антенны. Другими словами, деактивированные коммутирующие элементы 66 и соединенные с ними ячейки 64 не представлены электрическим образом. Каждый коммутирующий элемент 66 может быть выборочно активирован и деактивирован для обеспечения настраиваемой, динамической диаграммы направленности антенны. Может быть задана активная диаграмма направленности антенны или форма, посредством которой конкретные коммутирующие элементы 66 активируют в любое заданное время.

Согласно фиг. 1 и 6-9, путем использования двух антенных слоев 18 и 20, перекрывающиеся области двух антенных слоев могут формировать параллельные пластинчатые конденсаторы. При конкретных частотах плоскость 12 заземления может функционировать в качестве проводника. Индуктивность находится в обратной зависимости от емкости. Емкость антенного блока 10 может быть увеличена посредством перекрывающихся антенных слоев 18 и 20, что обеспечивает уменьшение индуктивности. Как отмечено, антенный блок 10 может, при необходимости, содержать более двух антенных слоев.

На фиг. 10 показан вид сверху управляющей сетки 80 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Управляющая сетка, такая как управляющая сетка 80, может быть расположена под каждым антенным слоем 18 и 20, показанным на фиг. 1 и 2. В альтернативном варианте управляющая сетка 80 может быть расположена поверх каждого антенного слоя 18 и 20 или в нем. Управляющая сетка 80 может быть электрически соединена с управляющими линиями 28, показанными на фиг. 1, и/или с проводниками 45, показанными на фиг. 4.

Управляющая сетка 80 содержит первую совокупность параллельных дорожек 82 и вторую совокупность параллельных дорожек 84, которая перпендикулярна указанной первой совокупности параллельных дорожек 82. Параллельные дорожки 82 пересекаются с параллельными дорожками 84 в местах 86 пересечения. Каждое место

86 пересечения может упираться в коммутирующий элемент в антенном слое или в противном случае может быть расположено вблизи него. Например, каждый коммутирующий элемент может быть связан с соответствующим местом 86 пересечения. Количество дорожек 82 и 84 и расстояние между ними может соответствовать количеству коммутирующих элементов в конкретном антенном слое, так что каждый коммутирующий элемент может быть связан с отличным местом 86 пересечения.

Как показано на фиг. 10, если к дорожке 84' приложено напряжение, а дорожка 82' при этом заземлена, то место 86' пересечения находится под напряжением.

Соответственно конкретный коммутирующий элемент, связанный с местом 86' пересечения, переключен в активированное или деактивированное состояние. Отдельные дорожки 82 и 84 могут выборочно находиться под напряжением и могут быть заземлены таким образом, чтобы выборочно активировать и деактивировать конкретные коммутирующие элементы. Например, когда место 86' пересечения активировано, коммутирующий элемент из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), ближний к месту 86' пересечения, претерпевает изменение состояния. Ток протекает от дорожки 84' к месту 86' пересечения и на заземление через дорожку 82' по траектории 88. Таким образом, нет необходимости в соединении каждого коммутирующего элемента с отдельной и отличной управляющей линией, что уменьшает плотность управляющих линий в антенном блоке 10. Кроме того, после того, как конкретный коммутирующий элемент переключен через место пересечения, находящееся под напряжением, этот коммутирующий элемент может сохраняться в этом конкретном состоянии без подачи дополнительной энергии в указанное место пересечения.

Управляющая сетка 80 может выдавать управляющие сигналы с использованием частотно-избирательных управляющих линий. Частотно-избирательная управляющая линия может быть сформирована путем вставки проводников в ее субволновых интервалах. Элементы индуктивности могут иметь размер, подходящий для наличия низкого полного сопротивления при частотах для управления коммутирующими элементами (таких как приблизительно 20 МГц), и высокого полного сопротивления при рабочих частотах (например в диапазоне между 2 ГГц и 12 ГГц). При низких частотах, управляющий канал, такой как канал 88, обеспечивает непрерывную проводящую дорожку. При высоких частотах канал обеспечивает наличие разомкнутой совокупности субволновых подвижных металлических временных соединений, которые оказываются невидимыми для высокочастотной излучающей волны. Таким образом, канал может быть активирован при низких частотах и может быть отсоединен при высоких частотах с тем, чтобы не создавать помехи в работе антенного блока.

Как отмечалось выше, коммутирующие элементы могут представлять собой коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). Соответственно, управляющая сетка 80 может функционировать с обеспечением подачи энергии питания в места 86 пересечения для обращения к конкретным коммутирующим элементам для их включения или выключения. Коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) не требуют наличия статического сдвига для работы. Коммутирующие элементы из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) имеют два стабильных состояния, которые отличаются электропроводимостью на несколько порядков величины. Переключение может быть реализовано путем управляемого нагрева и охлаждения коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM). Коммутирующий элемент, связанный с местом 86' пересечения, представляет собой адресный элемент, который претерпевает изменение состояния. Коммутирующие элементы могут быть последовательно изменены на

различные состояния для формирования диаграммы направленности антенны.

Управляющая сетка, такая как управляющая сетка 80, может быть также расположена под переключаемой плоскостью 14 заземления (показана на фиг. 1-3), под ней или в ее пределах. Соответственно, места 86 пересечения могут быть связаны с коммутирующими элементами 38 для изменения этих коммутирующих элементов 38 между включенным и выключенным состояниями.

На фиг. 11 показан перспективный вид сверху антенного блока 90 согласно варианту реализации настоящего изобретения. Антенный блок 90 может содержать вышеописанные компоненты. Антенный блок 90 может содержать множество модульных внешних рам 92 из диэлектрического материала или пеноматериала, имеющих сегменты 94 управляющей линии. Каждая модульная внешняя рама 92 может быть соединена с другой модульной внешней рамой 92 для формирования внешней границы элементарной ячейки антенного блока 90. Переключаемая плоскость 95 заземления может быть поддержана подающей стойкой 96 и модульной внешней рамой 92.

Как показано, антенная решетка 96 может и не содержать центральную полость или отверстие. Любой из вышеописанных антенных слоев может содержать центральные ячейки без сформированной в них или между ними центральной полости.

На фиг. 12 показан перспективный вид сверху подающей стойки 100 согласно варианту реализации настоящего изобретения. В данном варианте реализации подающая стойка 100 сформирована с использованием технологий изготовления печатных монтажных плат. Подающая стойка 100 может содержать множество перемычек 102, которые могут быть расположены с проходом через монтажные платы (не показаны). Соответственно, антенный блок может быть сформирован множеством монтажных плат, которые сообщаются друг с другом посредством перемычек 102.

Согласно фиг. 1-12, варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают настраиваемый антенный блок, который может быть адаптирован для связи в широкой полосе пропускания, такой как с отношением в 4:1. Варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают настраиваемый, адаптируемый антенный блок, который может быть выборочно переключен между множеством диаграмм направленности антенн и индивидуальными особенностями. Варианты реализации настоящего изобретения могут сканировать при углах, составляющих, например, 45° от нормали к лицевой стороне антенны, и могут обеспечивать возможность двойной и раздельной радиочастотной (RF) поляризации.

Антенный блок может быть перенастроен для обеспечения индивидуальных особенностей радиочастотной (RF) характеристики при узких полосах пропускания (например, 100 МГц) с возможностью сканирования при углах, таких как 45° , 60° и т.п. Было обнаружено, что перенастраиваемая сущность антенного блока обеспечивает возможность работы при сверхширокой полосе пропускания (например, соотношение ширины полос пропускания в 6:1), или смежная меньшая полоса настраивается настолько узкой, как и 100 МГц. Антенный блок может быть перенастроен для обеспечения множества индивидуальных особенностей между первой диаграммой направленности антенны или первыми диаграммами направленности антенн, настроенными для работы в широкой полосе частот, и второй диаграммой направленности антенны или вторыми диаграммами направленности антенн, настроенными для работы в узкой полосе частот.

Как описано выше, антенный блок может содержать два антенных слоя, таких как антенные слои 18 и 20, которые могут быть использованы для формирования, например,

соединенной дипольной решетки с емкостными дипольными облучателями под соединенными антенными слоями. Соединенные ячейка и слои облучателей могут быть созданы с использованием, например, двухслойных монтажных плат. Монтажная плата может быть расположена поверх плоскости заземления с расположением

5 диэлектрических слоев из пеноматериала под ней и над ней. Дифференциальный облучатель из нижнего дипольного облучателя может иметь емкостную связь с присоединенным слоем дипольного элемента.

Каждый антенный слой может содержать множество ячеек. Ячейки обеспечивают наличие множества индивидуальных особенностей путем создания диаграмм

10 направленности антенн с переменными формами и размерами, которые могут быть использованы для настройки антенного блока на конкретные частоты, поляризации и углы сканирования. Ячейки могут быть соединены с использованием радиочастотных (RF) коммутирующих элементов, которые могут быть сформированы из материалов с изменяемым фазовым состоянием. Выдача команд на коммутирующие элементы и

15 управление ими может быть реализовано путем использования схем адресных линий, таких как схемы, используемые в запоминающих системах с высокой плотностью записи способом фазового перехода.

Было обнаружено, что варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенные блоки, которые могут обеспечивать наличие мгновенной ширины полосы

20 пропускания. Антенные блоки могут быть переключены на узкую относительную ширину полосы пропускания (например 100 МГц) для обеспечения лучших радиочастотных (RF) характеристик, чем это возможно при широкополосной настройке.

Варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенные блоки, в которых состояния соединений типа «включено/выключено», таких как коммутирующие

25 элементы, между ячейками, могут быть выборочно активированы и деактивированы для обеспечения широкого множества различных диаграмм направленности антенн. Различные диаграммы направленности антенны могут быть использованы по множеству различных причин, таких как различные назначения, рабочая обстановка и возможности сканирования и области обзора, которые обычно являются возможными при

30 использовании статических блоков решеток.

Варианты реализации настоящего изобретения могут быть использованы, например, со многими функциями и/или общедоступной конфигурацией антенны для обеспечения обмена данными, электронной борьбы, систем «RADAR» и «SIGNIT». Варианты

35 реализации настоящего изобретения обеспечивают широкое покрытие ширины полос пропускания и поляризационное разнесение для обеспечения возможности передачи или приема сигналов с любой поляризацией, которые содержат, без ограничения, сигналы с линейной, круговой и наклонной поляризацией.

Конкретные варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенные блоки, которые могут содержать коммутирующие элементы из материалов с изменяемым

40 фазовым состоянием (PCM), частотно-избирательные управляющие линии и разделенные на ячейки антенные слои. Антенные блоки могут быть выборочно настроены между множеством диаграмм направленности антенн.

Варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают антенные блоки, которые могут демонстрировать множество индивидуальных особенностей антенн.

45 Каждая индивидуальная особенность антенны может представлять собой уникальное сочетание частоты, полосы пропускания, поляризации, уровня мощности, угла сканирования, геометрических размеров, характеристик луча (ширина, частота сканирования и т.п.) и т.п.

Несмотря на то, что различные термины, связанные с пространственной ориентацией и направлением, такие как верхний, нижний, средний, боковой, горизонтальный, вертикальный, лицевой и т.п. могут быть использованы для описания вариантов реализации настоящего изобретения, следует понимать, что такие термины по существу
 5 используются в отношении ориентации, показанных на чертежах. Ориентации могут быть изменены на противоположные, повернуты или изменены каким-либо другим способом таким образом, что верхняя часть представляет собой нижнюю часть и наоборот, горизонтальное становится вертикальным и т.п.

Кроме того, настоящее изобретение содержит варианты реализации в соответствии
 10 с приведенными далее пунктами:

Пункт 1: Антенный блок, содержащий: первую плоскость заземления, вторую плоскость заземления, выполненную с возможностью переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления, и первый и второй антенные слои, причем каждый из первого и второго антенных слоев содержит множество ячеек,
 15 соединенных посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), а указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью выборочного переключения между фазами для обеспечения множества диаграмм направленности антенн в первом и втором антенных слоях.

Пункт 2: Антенный блок по пункту 1, в котором указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью выборочного переключения для обеспечения множества индивидуальных особенностей антенн.

Пункт 3: Антенный блок по пункту 1, в котором вторая плоскость заземления
 25 содержит множество пластин, соединенных посредством множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), причем указанное множество вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выборочно активированы и деактивированы для переключения второй плоскости заземления между состоянием заземления и
 30 состоянием отсутствия заземления.

Пункт 4: Антенный блок по пункту 1, дополнительно содержащий множество управляющих линий, которые соединяют первую плоскость заземления со второй плоскостью заземления и первым и вторым антенными слоями.

Пункт 5: Антенный блок по пункту 4, в котором указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM)
 35 соединены с указанным множеством управляющих линий.

Пункт 6: Антенный блок по пункту 1, дополнительно содержащий подающую стойку, скрепленную с первой плоскостью заземления, причем вторая плоскость заземления скреплена с частью подающей стойки.

Пункт 7: Антенный блок по пункту 6, в котором подающая стойка содержит один или более проводников, которые соединены с первым и вторым антенными слоями.

Пункт 8: Антенный блок по пункту 1, дополнительно содержащий: первую управляющую сетку, соединенную с первым антенным слоем, вторую управляющую сетку, соединенную со вторым антенным слоем, причем каждая из первой и второй
 45 управляющих сеток содержит первую совокупность дорожек, которые пересекаются со второй совокупностью дорожек во множестве мест пересечения, которые функционально соединены с соответствующим одним из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM),

а каждое из указанного множества мест пересечения выполнено с возможностью подачи на него напряжения для переключения между фазами каждого из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

5 Пункт 9: Антенный блок по пункту 8, в котором первая и вторая управляющие сетки выполнены частотно-избирательными.

Пункт 10: Антенный блок по пункту 8, в котором каждая из первой и второй управляющих сеток дополнительно содержит один или более элементов индуктивности, вставленных в субволновых интервалах.

10 Пункт 11: Антенный блок по пункту 1, в котором каждый из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) сформирован из германия-теллура (GeTe), имеющего первую и вторую фазы, причем одна из первой и второй фаз представляет собой электропроводящую фазу, а другая фаза из первой и второй фаз представляет собой непроводящую фазу.

15 Пункт 12: Антенный блок, содержащий: антенную решетку, содержащую по меньшей мере один антенный слой, который содержит множество ячеек, соединенных посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), причем указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью
20 выборочного переключения между фазами для обеспечения множества диаграмм направленности антенн в антенной решетке для обеспечения множества индивидуальных особенностей антенн.

Пункт 13: Антенный блок по пункту 12, в котором указанный по меньшей мере один антенный слой содержит по меньшей мере два антенных слоя.

25 Пункт 14: Антенный блок по пункту 12, дополнительно содержащий переключаемую плоскость заземления, которая выполнена с возможностью ее переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления.

Пункт 15: Антенный блок по пункту 14, в котором переключаемая плоскость заземления содержит множество пластин, соединенных посредством множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM),
30 причем множество вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выборочно активированы и деактивированы для переключения второй плоскости между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления.

35 Пункт 16: Антенный блок по пункту 12, дополнительно содержащий множество управляющих линий, которые соединены с антенной решеткой.

Пункт 17: Антенный блок по пункту 12, дополнительно содержащий: по меньшей мере одну управляющую сетку, соединенную с указанным по меньшей мере одним антенным слоем и содержащую первую совокупность дорожек, которые пересекаются
40 со второй совокупностью дорожек во множестве мест пересечения, которые функционально соединены с соответствующим одним из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), причем каждое из указанного множества мест пересечения выполнено с возможностью подачи на него напряжения для переключения между фазами каждого из указанного
45 множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

Пункт 18: Антенный блок по пункту 17, в котором управляющая сетка выполнена частотно-избирательной и дополнительно содержит один или более элементов

индуктивности, вставленных в субволновых интервалах.

Пункт 19: Антенный блок по пункту 12, в котором каждый из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) сформирован из германия-теллура (GeTe), имеющего первую и вторую фазы, причем одна из первой и второй фаз представляет собой электропроводящую фазу, а другая фаза из первой и второй фаз представляет собой непроводящую фазу.

Пункт 20: Антенный блок с фазированной решеткой из элементарных ячеек, содержащий: первую плоскость заземления; вторую плоскость заземления, которая выполнена с возможностью ее переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления и которая содержит множество пластин, соединенных посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), которые выборочно активированы и деактивированы для переключения второй плоскости заземления между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления; антенную решетку, содержащую первый и второй антенные слои, каждый из которых содержит множество ячеек, соединенных посредством множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), которые выполнены с возможностью выборочного переключения между первой фазой и второй фазой для обеспечения множества диаграмм направленности антенн в первом и втором антенных слоях для обеспечения множества индивидуальных особенностей антенн, причем одна из первой и второй фаз представляет собой электропроводящую фазу, а другая фаза из первой и второй фаз представляет собой непроводящую фазу; первую и вторую управляющие сетки, соединенные соответственно с первым и вторым антенными слоями, причем каждая из первой и второй управляющих сеток содержит первую совокупность дорожек, которые пересекаются со второй совокупностью дорожек во множестве мест пересечения, которые функционально соединены с соответствующим одним из указанного множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), причем каждое из указанного множества мест пересечения выполнено с возможностью подачи на него напряжения для переключения между фазами каждого из множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), первая и вторая управляющие сетки выполнены частотно-избирательными, а каждая из первой и второй управляющих сеток дополнительно содержит один или более элементов индуктивности, вставленных в субволновых интервалах; подающую стойку, скрепленную с первой плоскостью заземления, причем вторая плоскость заземления скреплена с частью подающей стойки, а подающая стойка содержит один или более проводников, которые соединены с первым и вторым антенными слоями; и множество управляющих линий, которые соединяют первую плоскость заземления со второй плоскостью заземления и антенной решеткой, причем множество из первых и вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) соединено с указанным множеством управляющих линий.

Следует понимать, что приведенное выше описание является пояснительным, а не ограничивающим. Например, вышеописанные варианты реализации (и/или их аспекты) могут быть использованы в сочетании друг с другом. Кроме того, многие модификации могут быть реализованы для адаптации конкретного случая или материала к идеям различных вариантов реализации настоящего изобретения без выхода за рамки их объема. Несмотря на то, что размеры и типы материалов, описанных в настоящей заявке, предназначены для задания параметров различных вариантов реализации настоящего изобретения, эти варианты реализации ни в коей мере не являются

ограничивающими и представляют собой иллюстративные варианты реализации. После ознакомления с приведенным выше описанием специалистам в области техники будут очевидны многие другие варианты реализации. Таким образом, объем различных вариантов реализации настоящего изобретения должен быть определен по отношению к прилагаемой формуле изобретения, вместе с полным объемом эквивалентов, на которые направлены такие пункты формулы. В прилагаемой формуле изобретения термины «включающий» и «в котором» используются в качестве обычных эквивалентов соответствующих терминов «содержащий» и «согласно которому». Кроме того, термины «первый», «второй» и «третий» и т.д. используются по существу в качестве меток и не предназначены для введения количественных требований к их объектам. Кроме того, ограничения приведенной далее формулы изобретения не описаны в формате типа «средства плюс функция» и их не следует интерпретировать на основании параграфа § 112(f) раздела 35 Свода законов США (U.S.C), если только такие ограничения пункта формулы изобретения в явном виде не используют фразу «средства для», за которой следует указание функции, лишенной дополнительной конструкции.

Данное представленное описание использует примеры для раскрытия различных вариантов реализации настоящего изобретения, включая наилучший вариант, а также для обеспечения любому специалисту в области техники возможности применять различные варианты реализации настоящего изобретения, включая создание и использование любых устройств или систем и выполнение любых предусмотренных способов. Патентоспособный объем различных вариантов реализации настоящего изобретения задан формулой изобретения и может содержать другие примеры, которые приходят на ум специалистам в области техники. Такие другие примеры находятся в пределах объема формулы изобретения, если эти примеры имеют конструктивные элементы, которые не отличаются от буквальной формулировки формулы изобретения, или если эти примеры содержат эквивалентные конструктивные элементы, имеющие несущественные отличия от буквальных формулировок формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Антенный блок, содержащий:
 первую плоскость заземления,
 вторую плоскость заземления, выполненную с возможностью переключения между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления,
 первый и второй антенные слои, каждый из которых содержит множество ячеек, соединенных между собой посредством множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM),
 причем указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью их выборочного переключения между фазами для обеспечения множества диаграмм направленности антенны в первом и втором антенных слоях.
2. Антенный блок по п. 1, в котором указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) выполнены с возможностью их выборочного переключения для обеспечения множества индивидуальных особенностей антенн.
3. Антенный блок по п. 1, в котором вторая плоскость заземления содержит множество пластин, соединенных посредством множества вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), причем указанное множество вторых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым

состоянием (PCM) выборочно активировано и деактивировано для переключения второй плоскости заземления между состоянием заземления и состоянием отсутствия заземления.

4. Антенный блок по п. 1, дополнительно содержащий множество управляющих линий, которые соединяют первую плоскость заземления со второй плоскостью заземления и первым и вторым антенными слоями.

5. Антенный блок по п. 4, в котором указанное множество первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) соединено с указанным множеством управляющих линий.

6. Антенный блок по п. 1, дополнительно содержащий подающую стойку, скрепленную с первой плоскостью заземления, причем вторая плоскость заземления скреплена с частью подающей стойки.

7. Антенный блок по п. 6, в котором подающая стойка содержит один или более проводников, которые соединены с первым и вторым антенными слоями.

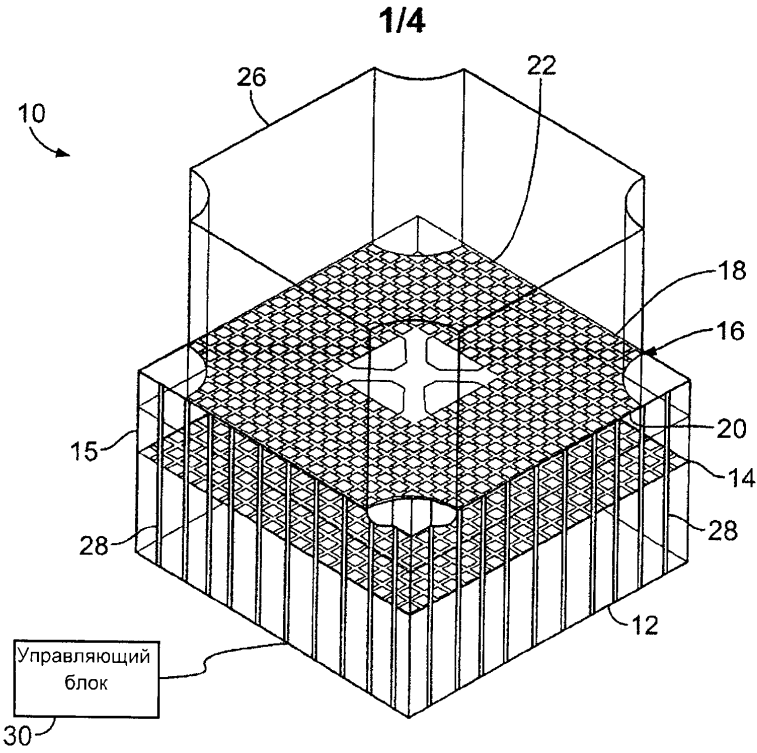
8. Антенный блок по п. 1, дополнительно содержащий:
первую управляющую сетку, соединенную с первым антенным слоем,
вторую управляющую сетку, соединенную со вторым антенным слоем,
причем каждая из первой и второй управляющих сеток содержит первую совокупность дорожек, которые пересекаются со второй совокупностью дорожек во множестве мест пересечения, которые функционально соединены с соответствующим одним из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM), а каждое из указанного множества мест пересечения выполнено с возможностью подачи на него напряжения для переключения между фазами каждого из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM).

9. Антенный блок по п. 8, в котором первая и вторая управляющие сетки выполнены частотно-избирательными.

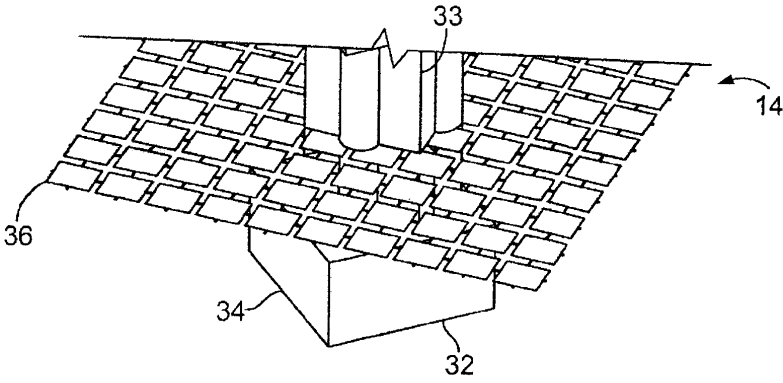
10. Антенный блок по п. 8, в котором каждая из первой и второй управляющих сеток дополнительно содержит один или более элементов индуктивности, вставленных в субволновых интервалах.

11. Антенный блок по п. 1, в котором каждый из указанного множества первых коммутирующих элементов из материала с изменяемым фазовым состоянием (PCM) сформирован из германия-теллура (GeTe), имеющего первую и вторую фазы, причем одна из первой и второй фаз представляет собой электропроводящую фазу, а другая фаза из первой и второй фаз представляет собой непроводящую фазу.

1

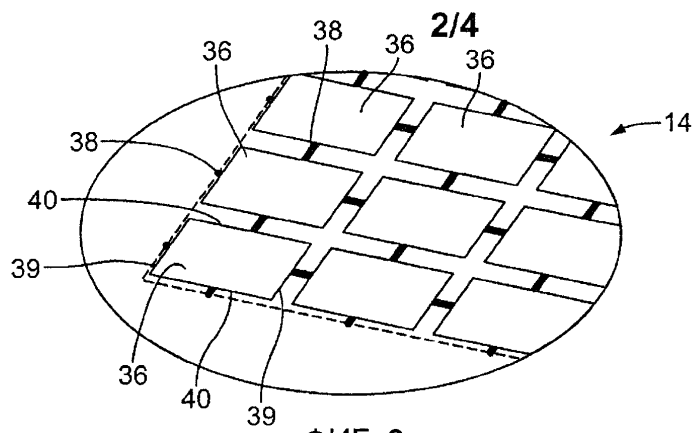


ФИГ. 1

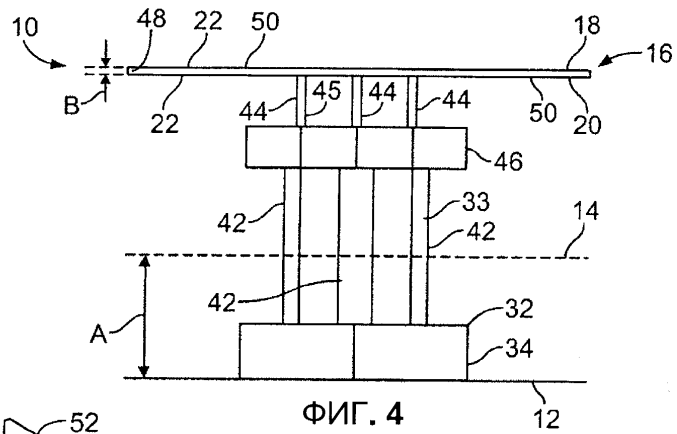


ФИГ. 2

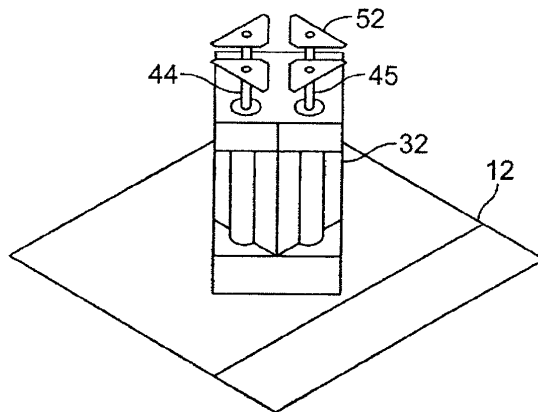
2



ФИГ. 3

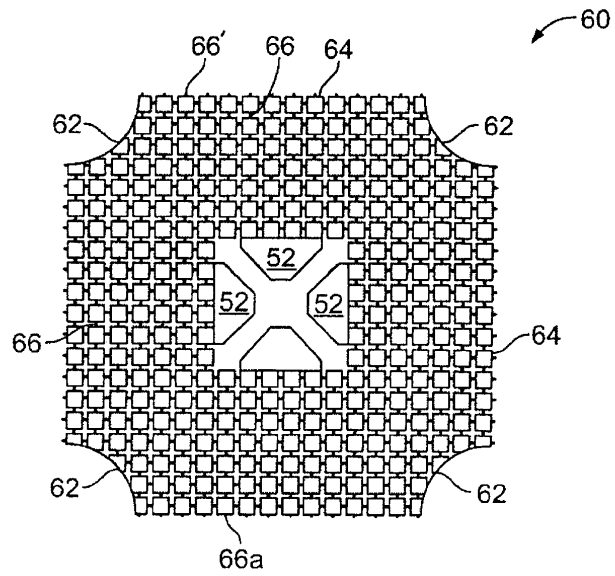


ФИГ. 4

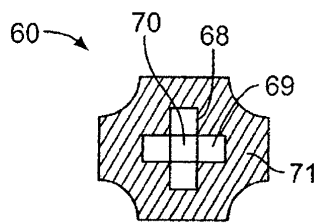


ФИГ. 5

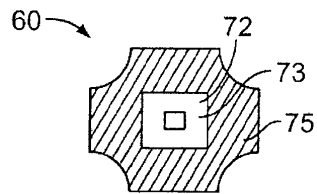
3/4



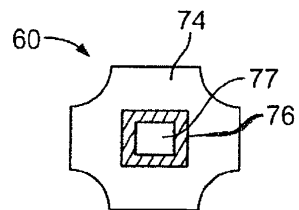
ФИГ. 6



ФИГ. 7

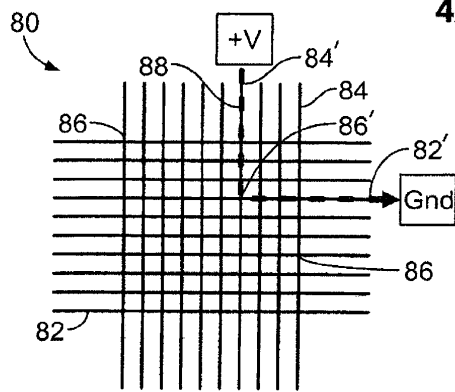


ФИГ. 8

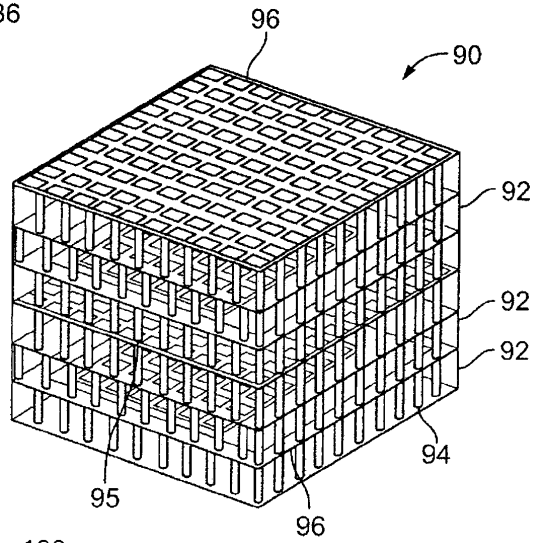


ФИГ. 9

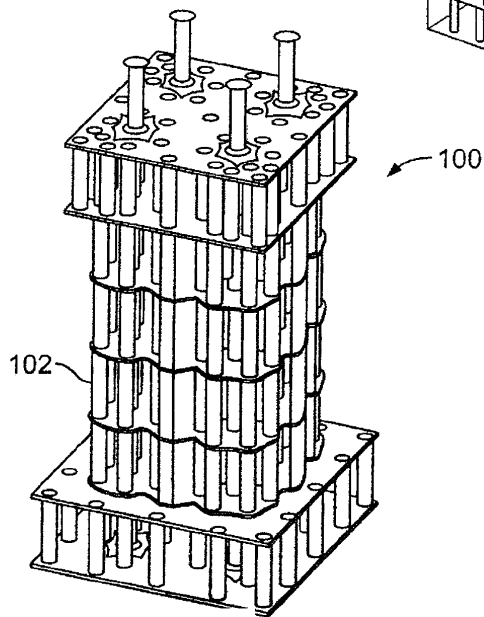
4/4



ФИГ. 10



ФИГ. 11



ФИГ. 12