



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016119230/07, 18.05.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.05.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.05.2016

(45) Опубликовано: 27.09.2016

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5, стр. 2, МГТУ
им. Н.Э. Баумана, Центр защиты
интеллектуальной собственности, для
Халатовой Е.С.

(72) Автор(ы):

**Черевко Александр Григорьевич (RU),
Ильин Евгений Михайлович (RU),
Полубехин Александр Иванович (RU),
Черевко Александр Александрович (RU),
Кубарев Виталий Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)**

(54) ТЕРАГЕРЦОВЫЙ РАДИОЛОКАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к высокочастотной радиолокации, а именно к созданию терагерцового радиолокатора.

Техническим результатом при реализации терагерцового радиолокатора является повышение надежности данных при измерении эффективной площади рассеяния (ЭПР) целей.

Для достижения указанного результата в терагерцовый радиолокатор, содержащем облучатель цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, приемник отраженного радиочастотного сигнала, блок моделирования эталонов, включающий установленные последовательно источник излучения в терагерцовом диапазоне, формирователь пучка терагерцового излучения для облучения эталонной модели, фазовый детектор отраженного терагерцового

изображения и формирователь эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели, блок масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, вход которого соединен с выходом приемника отраженного радиочастотного сигнала, вводят банк данных эталонных ЭПР и изображений, источник терагерцового диапазона выполняют в виде лазера на свободных электронах, а формирователь пучка терагерцового излучения выполняют в виде рупорной антенны, при этом выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели соединяют с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей, выход которого связан с вторым входом блока масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР. Илл.

RU
164965
U1

RU
164965
U1

Изобретение относится к высокочастотным радиолокаторам и может быть использовано для исследования или измерения эффективной площади рассеивания (ЭПР) целей с помощью измерений ЭПР моделей.

Известны высокочастотные радиолокаторы, содержащие источник терагерцового (ТГц) излучения на основе лазеров, мощность ТГц излучения которого не превышает 100 мВт, блок формирователя луча локатора, блок формирования эталонных изображений и измерения ЭПР, блок управления отраженным лучом (аналог приемной антенны терагерцового локатора), блок терагерцовых детекторов и блок обработки сигнала (см. A 1.56THz compact radar range for W-band imagery of scale-model tactical targets Thomas M. Goyette*^a, Jason C. Dickinson a, Jerry Waldman a, William E. Nixon bSubmillimeter-Wave Technology Laboratory, University of Massachusetts Lowell, 175 Cabot St., Lowell, MA 01854 bU.S. Army National Ground Intelligence Center, 220 Seventh Street, N.E., Charlottesville, VA 22902)

Вырабатываемый лазером терагерцовый луч низкой мощности формируется оптическим блоком формирования, который может рассматриваться как аналог передающей антенны. Это излучение направляется на модель объекта, находящуюся на поворотном столе. Отраженный луч ТГц сигнала направляется блоком управления отраженным пучком на ТГц детекторы. Блок управления отраженным пучком является аналогом терагерцовой приемной антенны. Сигнал с блока ТГц детекторов поступает на блок обработки сигнала (туда-же поступает и сигнал, содержащий информацию о положении модели объекта и с оптического блока формирования излучения, содержащего информацию об интенсивности ТГц излучения падающего на модель объекта. ЭПР объекта определяется путем масштабирования ЭПР модели

Таким образом, информация, получаемая с блока обработки сигнала, представляет собой азимутальную составляющую эффективной площади рассеяния объекта.

Недостатком известного радиолокатора является то, что изображение объекта в ТГц излучении формируется несколькими источниками излучения, разнесенными в пространстве, что усложняет настройку системы и не дает возможности сделать частоту следования импульсов достаточно стабильной для применения качественного синхронного детектирования, которое повышает чувствительность, по крайней мере на порядок. Передающая оптическая антенна не позволяет обеспечить гауссовость излучаемого пучка для зоны Фраунгофера, что искажает диаграмму направленности и приводит к значимым отличиям ЭПР, получаемых в экспериментах с моделями от реальных ЭПР. В результате чувствительность и, следовательно, надежность данных по ЭПР понижается. Кроме того, в известных ТГц локаторах не определяются полярные (угломестные) проекции объекта

Технической задачей предложенного радиолокатора является повышение надежности данных по ЭПР целей, за счет упрощения конструктивного исполнения радиолокатора в терагерцовом диапазоне.

Для реализации поставленной задачи в терагерцовый радиолокатор, содержащий облучатель цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, приемник отраженного радиочастотного сигнала, блок моделирования эталонов, включающий установленные последовательно источник излучения в терагерцовом диапазоне, формирователь пучка терагерцового излучения для облучения эталонной модели, фазовый детектор отраженного терагерцового изображения и формирователь эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели, блок масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, вход которого соединен с выходом приемника отраженного радиочастотного сигнала, введен банк данных эталонных ЭПР и

изображений, источник терагерцового диапазона выполнен в виде лазера на свободных электронах, а формирователь пучка терагерцового излучения выполнен в виде рупорной антенны, при этом выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели соединен с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей, выход которого соединен с вторым входом блока масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР.

Изобретение поясняется чертежом, где показана структурная схема терагерцового радиолокатора.

Терагерцовый радиолокатор содержит облучатель 1 цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, цель 2, приемник 3 отраженного радиочастотного сигнала, блок 4 масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, банк 5 данных эталонных ЭПР и изображений целей и блок 6 моделирования эталонов. Блок 6 моделирования эталонов состоит из последовательно установленных лазера на свободных электронах 7, формирователя пучка ТГц излучения в виде рупорной антенны 8, модели 9 цели, установленной на вращающемся столе, соединенного с управляющими входами рупорной антенны 8 и входом фазового детектора 10 отраженного ТГц излучения, второй вход фазового детектора соединен с выходом лазера на свободных электронах 7, а выход с формирователем эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели 11. Выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели 11 соединен с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей - 5, а выход которого соединен с вторым входом блока 4 масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, а первый вход последнего соединен с выходом приемника 3 отраженного радиочастотного сигнала.

Принцип работы устройства заключается в следующем:

Лазер на свободных электронах (ЛСЭ) 7 создает пучок монохроматических электромагнитных волн терагерцового ТГц диапазона высокой мощности, который поступает на формирователь пучка ТГц излучения в виде рупорной антенны 8. Рупорная антенна 8 определяет и создает расходимость пучка в зависимости от размера модели, информация о котором поступает на его управляющий вход от стола модели. После чего пучок электромагнитных волн облучает модель 9, которая находится в зоне Фраунгофера на вращающемся столе. Высокая мощность монохроматического ТГц излучения является отличительной особенностью ЛСЭ, что позволяет облучать модели на достаточно большом расстоянии в зоне Фраунгофера. Отраженные от модели электромагнитных волн терагерцового диапазона высокой мощности, поступают на фазовый детектор 10 синхронизируемый сигналом ЛСЭ, который поступает на управляющий вход фазового детектора. Возможность использования синхронного детектирования, обеспечивающего высокую чувствительность и возможность определения фазы отраженного сигнала, является отличительной особенностью ЛСЭ, как источника ТГц излучения, которая связана с высокой стабильностью частоты следования импульсов ТГц излучения ЛСЭ. Выходное напряжение фазового детектора, которое содержит информацию об амплитуде и фазе отраженного луча от различных частей модели, поступает на формирователь 11, где формируется эталонный ЭПР и, после пространственного преобразования Фурье, эталонное изображение, которые поступают в банк данных РЛС

Банк данных создают из эталонных ЭПР, которые формируют путем облучения эталонной модели 9, уменьшенной в размере цели, излучением терагерцового диапазона лазером на свободных электронах, масштабируют размеры цели в соответствии с

формулой $L_M = L_{\text{ц}} \frac{f_{\text{РЛС}}}{f_{\text{ЛСЭ}}}$,

где L_M - размер модели, соответствующий размеру цели - $L_{\text{ц}}$; $f_{\text{РЛС}}$, $f_{\text{ЛСЭ}}$ - частота радиолокатора и частота лазера на свободных электронах, соответственно.

5 Измерения ЭПР модели производят в зоне Фраунгофера, получают изображение объекта и формируют его эталонное изображение путем пространственного Фурье преобразования.

Таким образом, информация, получаемая с блока обработки сигнала 4, представляет собой азимутальную составляющую эффективной площади рассеяния модели цели.

10

Формула полезной модели

Терагерцовый радиолокатор, содержащий облучатель цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, приемник отраженного радиочастотного сигнала, блок моделирования эталонов, включающий установленные последовательно источник
15 излучения в терагерцовом диапазоне, формирователь пучка терагерцового излучения для облучения эталонной модели, фазовый детектор отраженного терагерцового изображения и формирователь эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели, блок масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, вход которого соединен с выходом приемника отраженного радиочастотного сигнала, отличающийся
20 тем, что в терагерцовый радиолокатор введен банк данных эталонных ЭПР и изображений, источник терагерцового диапазона выполнен в виде лазера на свободных электронах, а формирователь пучка терагерцового излучения выполнен в виде рупорной антенны, при этом выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели соединен с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей,
25 выход которого соединен с вторым входом блока масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР.

30

35

40

45

Реферат

Изобретение относится к высокочастотной радиолокации, а именно к созданию терагерцового радиолокатора.

Техническим результатом при реализации терагерцового радиолокатора является повышение надежности данных при измерении эффективной площади рассеяния (ЭПР) целей.

Для достижения указанного результата в терагерцовый радиолокатор, содержащем облучатель цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, приемник отраженного радиочастотного сигнала, блок моделирования эталонов, включающий установленные последовательно источник излучения в терагерцовом диапазоне, формирователь пучка терагерцового излучения для облучения эталонной модели, фазовый детектор отраженного терагерцового изображения и формирователь эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели, блок масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, вход которого соединен с выходом приемника отраженного радиочастотного сигнала, вводят банк данных эталонных ЭПР и изображений, источник терагерцового диапазона выполняют в виде лазера на свободных электронах, а формирователь пучка терагерцового излучения выполняют в виде рупорной антенны, при этом выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели соединяют с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей, выход которого связан с вторым входом блока масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР.

1 илл.

Терагерцовый радиолокатор

Изобретение относится к высокочастотным радиолокаторам и может быть использовано для исследования или измерения эффективной площади рассеивания (ЭПР) целей с помощью измерений ЭПР моделей.

Известны высокочастотные радиолокаторы, содержащие источник терагерцового (ТГц) излучения на основе лазеров, мощность ТГц излучения которого не превышает 100 мВт, блок формирователя луча локатора, блок формирования эталонных изображений и измерения ЭПР, блок управления отраженным лучом (аналог приемной антенны терагерцового локатора), блок терагерцовых детекторов и блок обработки сигнала (см. A 1.56THz compact radar range for W-band imagery of scale-model tactical targets Thomas M. Goyette*^a, Jason C. Dickinson ^a, Jerry Waldman ^a, William E. Nixon ^{ba}Submillimeter-Wave Technology Laboratory, University of Massachusetts Lowell, 175 Cabot St., Lowell, MA 01854 bU.S. Army National Ground Intelligence Center, 220 Seventh Street, N.E., Charlottesville, VA 22902)

Вырабатываемый лазером терагерцовый луч низкой мощности формируется оптическим блоком формирования, который может рассматриваться как аналог передающей антенны. Это излучение направляется на модель объекта, находящуюся на поворотном столе. Отраженный луч ТГц сигнала направляется блоком управления отраженным пучком на ТГц детекторы. Блок управления отраженным пучком является аналогом терагерцовой приемной антенны. Сигнал с блока ТГц детекторов поступает на блок обработки сигнала (туда-же поступает и сигнал, содержащий информацию о положении модели объекта и с оптического блока формирования излучения, содержащего информацию об интенсивности ТГц излучения падающего на модель объекта. ЭПР объекта определяется путем масштабирования ЭПР модели

Таким образом, информация, получаемая с блока обработки сигнала, представляет собой азимутальную составляющую эффективной площади рассеяния объекта.

Недостатком известного радиолокатора является то, что изображение объекта в ТГц излучении формируется несколькими источниками излучения,

разнесенными в пространстве, что усложняет настройку системы и не дает возможности сделать частоту следования импульсов достаточно стабильной для применения качественного синхронного детектирования, которое повышает чувствительность, по крайней мере на порядок. Передающая оптическая антенна не позволяет обеспечить гауссовость излучаемого пучка для зоны Фраунгофера, что искажает диаграмму направленности и приводит к значимым отличиям ЭПР, получаемых в экспериментах с моделями от реальных ЭПР. В результате чувствительность и, следовательно, надежность данных по ЭПР понижается. Кроме того, в известных ТГц локаторах не определяются полярные (угломестные) проекции объекта

Технической задачей предложенного радиолокатора является повышение надежности данных по ЭПР целей, за счет упрощения конструктивного исполнения радиолокатора в терагерцовом диапазоне.

Для реализации поставленной задачи в терагерцовый радиолокатор, содержащий облучатель цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, приемник отраженного радиочастотного сигнала, блок моделирования эталонов, включающий установленные последовательно источник излучения в терагерцовом диапазоне, формирователь пучка терагерцового излучения для облучения эталонной модели, фазовый детектор отраженного терагерцового изображения и формирователь эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели, блок масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, вход которого соединен с выходом приемника отраженного радиочастотного сигнала, введен банк данных эталонных ЭПР и изображений, источник терагерцового диапазона выполнен в виде лазера на свободных электронах, а формирователь пучка терагерцового излучения выполнен в виде рупорной антенны, при этом выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели соединен с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей, выход которого соединен с вторым входом блока масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР.

Изобретение поясняется чертежом, где показана структурная схема терагерцового радиолокатора.

Терагерцовый радиолокатор содержит облучатель 1 цели радиочастотным сигналом с приемо-передающей антенной, цель 2, приемник 3 отраженного радиочастотного сигнала, блок 4 масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, банк 5 данных эталонных ЭПР и изображений целей и блок 6

моделирования эталонов. Блок 6 моделирования эталонов состоит из последовательно установленных лазера на свободных электронах 7, формирователя пучка ТГц излучения в виде рупорной антенны 8, модели 9 цели, установленной на вращающемся столе, соединенного с управляющими входами рупорной антенны 8 и входом фазового детектора 10 отраженного ТГц излучения, второй вход фазового детектора соединен с выходом лазера на свободных электронах 7, а выход с формирователем эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели 11. Выход формирователя эталонного ЭПР и эталонного изображения модели цели 11 соединен с входом банка данных эталонных ЭПР и изображений целей - 5, а выход которого соединен с вторым входом блока 4 масштабирования и сравнения ЭПР цели и эталонного ЭПР, а первый вход последнего соединен с выходом приемника 3 отраженного радиочастотного сигнала.

Принцип работы устройства заключается в следующем:

Лазер на свободных электронах (ЛСЭ) 7 создает пучок монохроматических электромагнитных волн терагерцового ТГц диапазона высокой мощности, который поступает на формирователь пучка ТГц излучения в виде рупорной антенны 8. Рупорная антенна 8 определяет и создает расходимость пучка в зависимости от размера модели, информация о котором поступает на его управляющий вход от стола модели. После чего пучок электромагнитных волн облучает модель 9, которая находится в зоне Фраунгофера на вращающемся столе. Высокая мощность монохроматического ТГц излучения является отличительной особенностью ЛСЭ, что позволяет облучать модели на достаточно большом расстоянии в зоне Фраунгофера. Отраженные от модели электромагнитных волн терагерцового диапазона высокой мощности, поступают на фазовый детектор 10 синхронизируемый сигналом ЛСЭ, который поступает на управляющий вход фазового детектора. Возможность использования синхронного детектирования, обеспечивающего высокую чувствительность и возможность определения фазы отраженного сигнала, является отличительной особенностью ЛСЭ, как источника ТГц излучения, которая связана с высокой стабильностью частоты следования импульсов ТГц излучения ЛСЭ. Выходное напряжение фазового детектора, которое содержит информацию об амплитуде и фазе отраженного луча от различных частей модели, поступает на формирователь 11, где формируется эталонный ЭПР и, после пространственного преобразования Фурье, эталонное изображение, которые поступают в банк данных РЛС

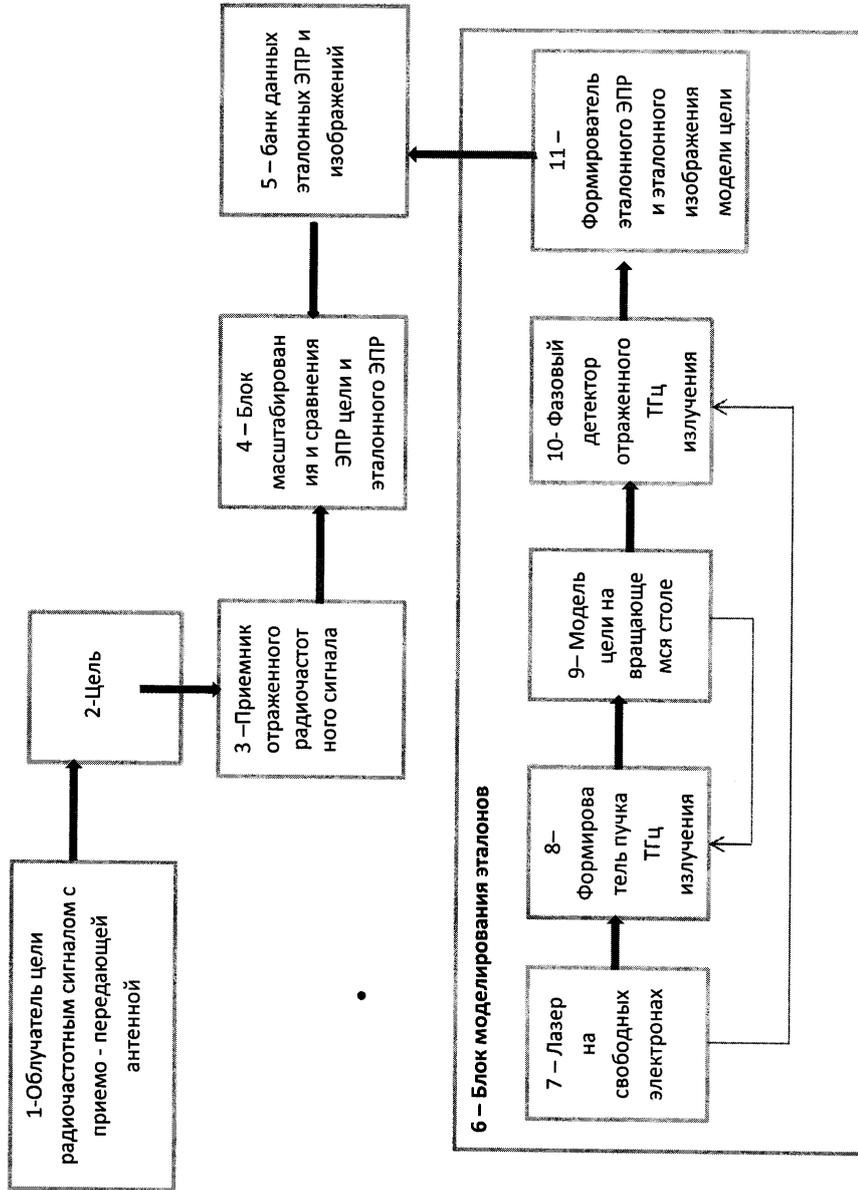
Банк данных создают из эталонных ЭПР, которые формируют путем облучения эталонной модели 9, уменьшенной в размере цели, излучением терагерцового диапазона лазером на свободных электронах, масштабируют размеры цели в соответствии с формулой $L_M = L_{\text{ц}} \frac{f_{\text{РЛС}}}{f_{\text{ЛСЭ}}}$,

где L_M – размер модели, соответствующий размеру цели – $L_{\text{ц}}$; $f_{\text{РЛС}}$, $f_{\text{ЛСЭ}}$ – частота радиолокатора и частота лазера на свободных электронах, соответственно.

Измерения ЭПР модели производят в зоне Фраунгофера, получают изображение объекта и формируют его эталонное изображение путем пространственного Фурье преобразования.

Таким образом, информация, получаемая с блока обработки сигнала 4, представляет собой азимутальную составляющую эффективной площади рассеяния модели цели.

Терагерцовый радиолокатор



Чертеж - структурная схема терагерцового радиолокатора